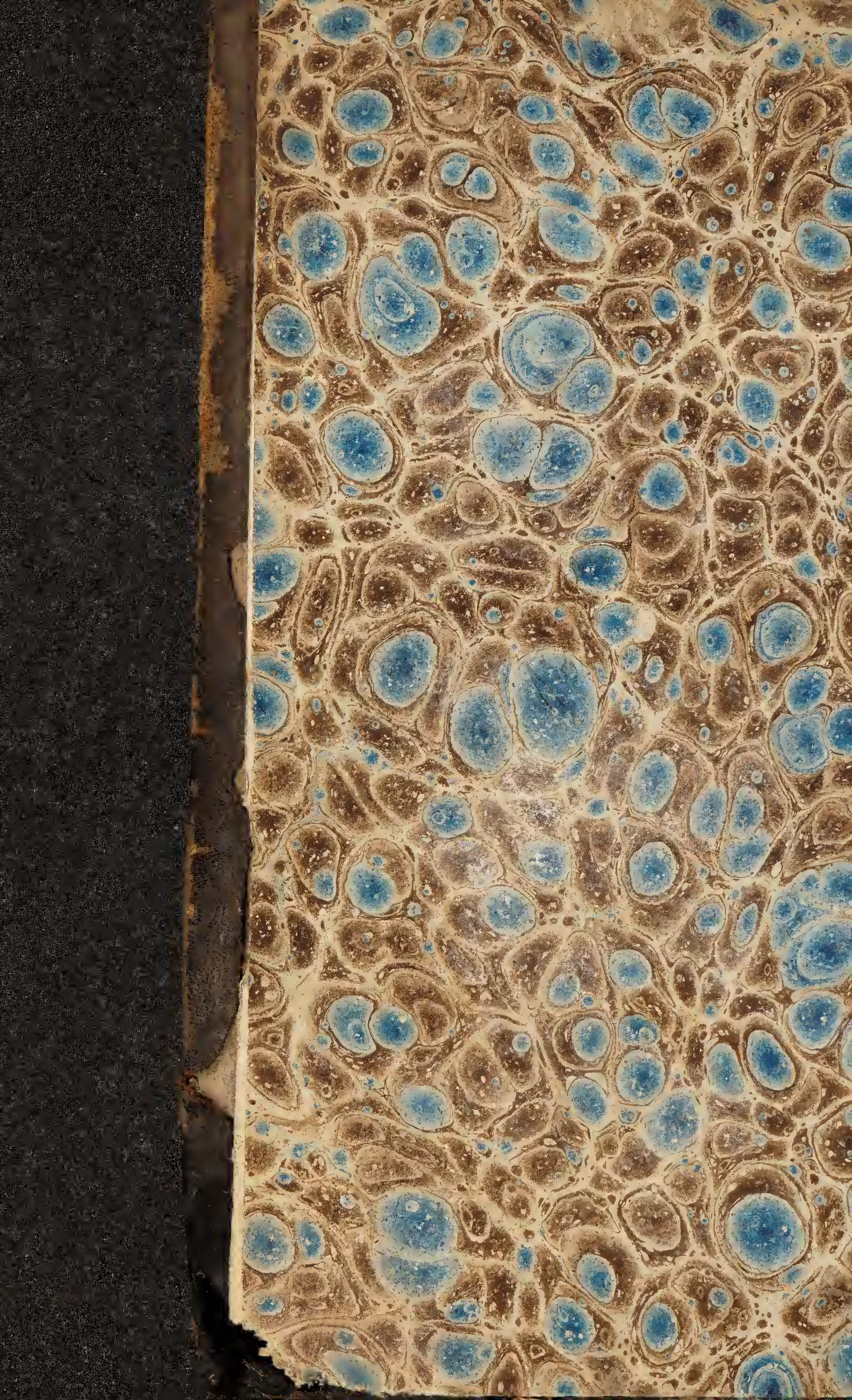
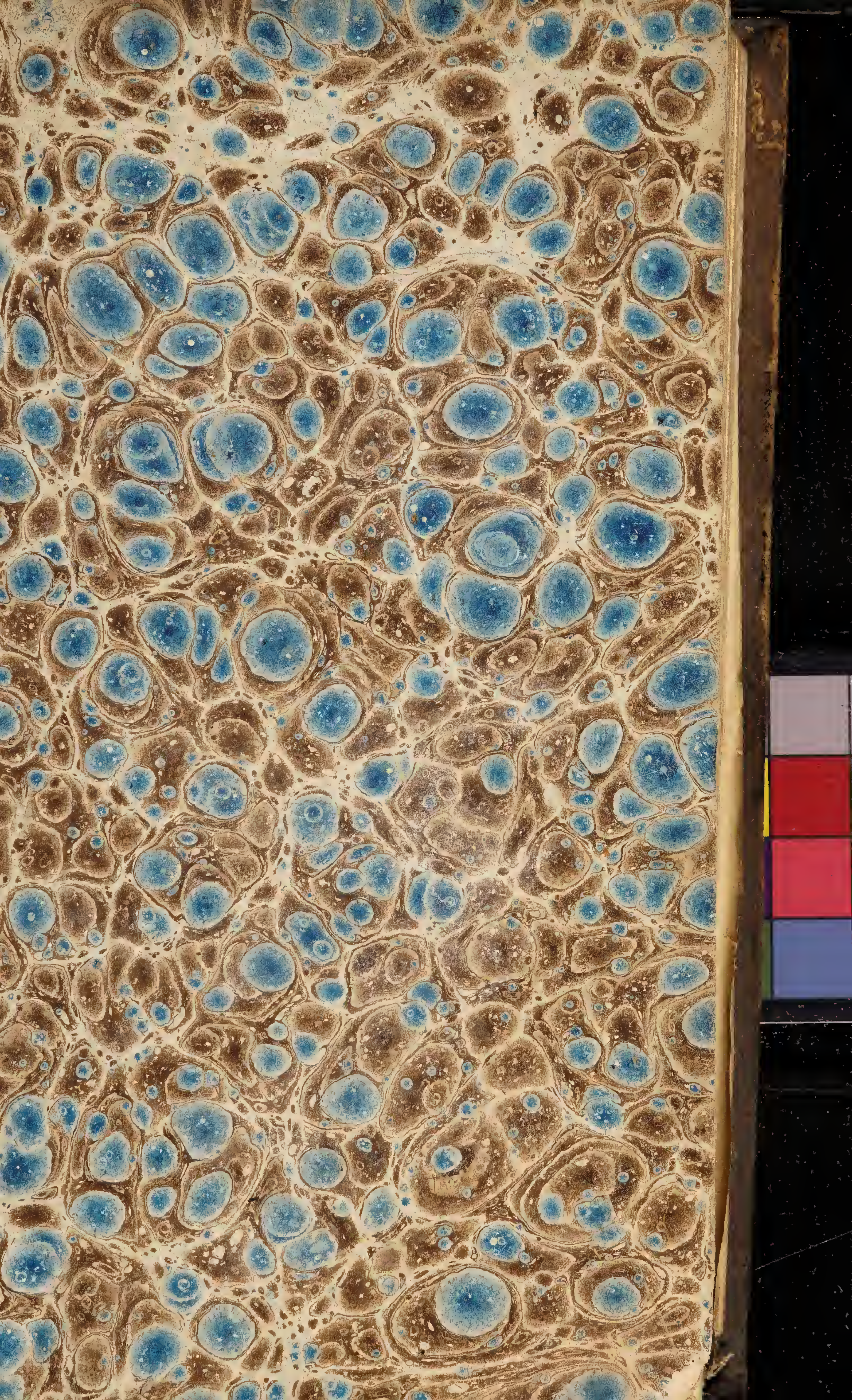
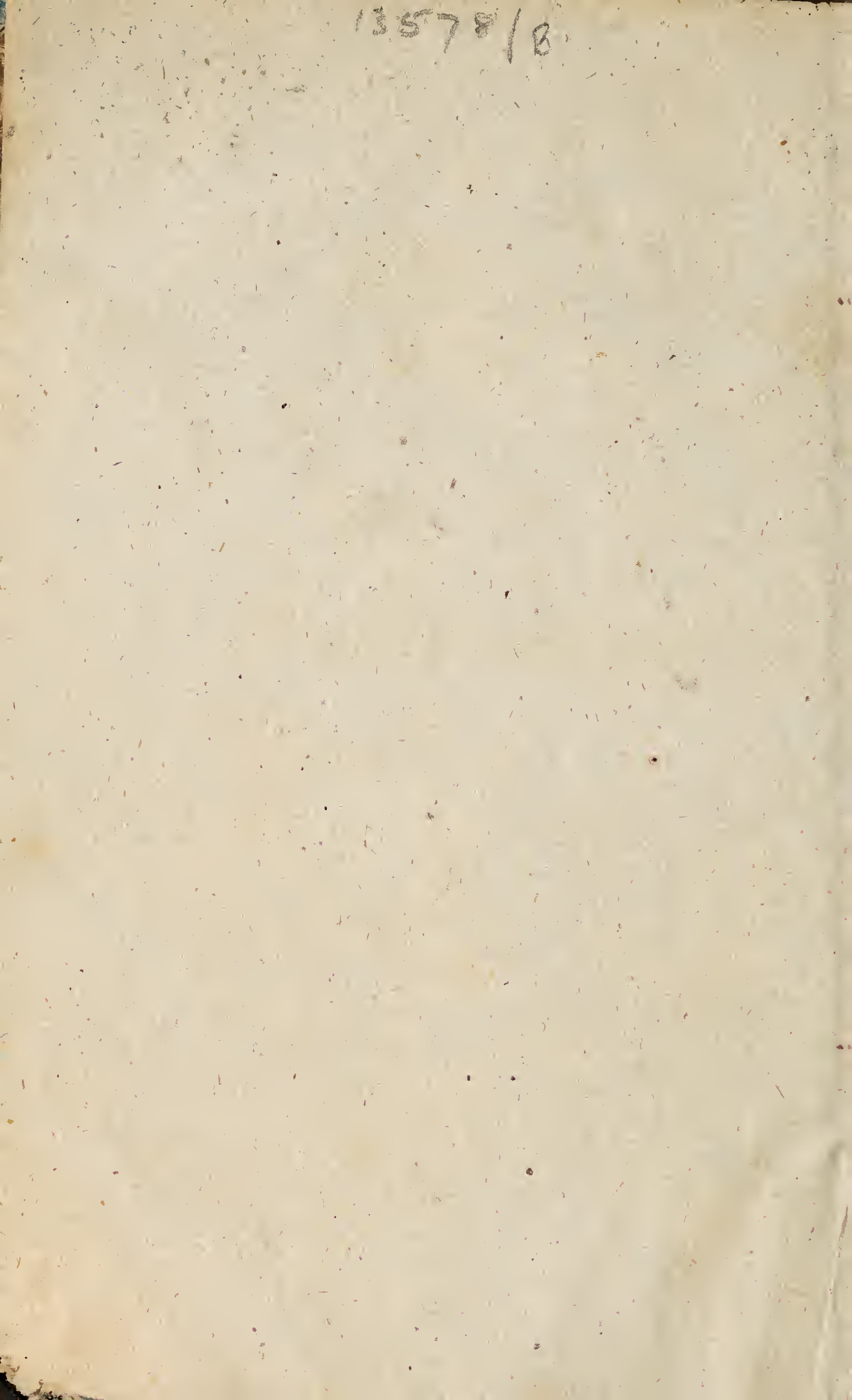







13578/B

71

Cuestiones de la defe[illegible]
[illegible] a África
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
España

CURSO ELEMENTAL

DE

HISTORIA NATURAL.

CURSO ELEMENTAL
DE
HISTORIA NATURAL,
POR
MM. F. S. BEUDANT, MILNE-EDWARDS
Y A. DE JUSSIEU.

Adoptado para la enseñanza en Francia
por el Consejo Real de Instruccion Pública.

MINERALOGIA.

POR M. F. S. BEUDANT,
De la Academia Real de Ciencias, Director general de Estudios, etc.

TRADUCCION
DE DON CAYETANO BALSEYRO.

Adoptada de Real órden para testo en los estudios de ampliacion.

MADRID.

IMPRENTA DE LA VIUDA DE JORDAN E HIJOS.
1847.

CURSO ELEMENTAL

DE

MINERALOGIA.

NOCIONES PRELIMINARES.

§. 1. *Cuerpos vivientes y cuerpos brutos.*—Llámase *cuerpo* todo lo que tiene una existencia material, y que por consiguiente puede ser percibido por los sentidos. Hay cuerpos que han sido ó se hallan actualmente dotados de vida, y otros que nunca han gozado de ella, dándose á los primeros el nombre de *cuerpos vivientes* ó *cuerpos organizados*, porque se componen de diversos aparatos ú órganos necesarios para su existencia, mientras que á los segundos se los denomina *cuerpos brutos*.

Los cuerpos brutos son de dos especies: unos *naturales*, que son los que ofrece inmediatamente la naturaleza, y otros *artificiales*, que resultan de las acciones mútuas de los diversos elementos que nosotros ponemos en juego por mera curiosidad ó para satisfacer nuestras necesidades.

§. 2. *Elementos.* — Llámanse *elementos* los cuerpos brutos naturales que no nos es posible descomponer con nuestros medios conocidos, y se dividen en *ponderables* é *im-*

ponderables. El número de los primeros, ademas de tres metales nuevos designados entre las variedades del mineral cerio, es el de 55, á saber:

Cuerpos gaseosos.

1. Azoe.	3. Fluor.	5. Oxígeno.
2. Cloro.	4. Hidrógeno.	

Cuerpos líquidos.

6. Bromo. 7. Mercurio (brillo metálico).*

Cuerpos sólidos no metálicos.

8. Azufre.*	11. Iodo.	14. Silicio.
9. Boro.	12. Fósforo.	
10. Carbono.*	13. Selenio.	

Cuerpos sólidos metálicos.

15. Aluminio.	29. Iridio.	43. Rhodio.
16. Antimonio.*	30. Lanthano.	44. Sodio.
17. Arsénico.*	31. Lithio.	45. Stroncio.
18. Bario.	32. Magnesio.	46. Tantalo.
19. Bismuto.*	33. Manganeso.	47. Telluro.*
20. Cadmio.	34. Molibdeno.	48. Thorinio.
21. Calcio.	35. Nickel.	49. Titano.
22. Cerio.	36. Oro.*	50. Tunsteno.
23. Cromo.	37. Osmio.	51. Uranio.
24. Cobalto.	38. Palladio.	52. Vanadio.*
25. Cobre.*	39. Plata.*	53. Ittrio.
26. Estaño.	40. Platino.	54. Zinc.
27. Glucinio.	41. Plomo.	55. Zirconio.
28. Hierro.*	42. Potasio.	

Muchos de estos cuerpos se hallan en estado libre en

la naturaleza (los que van marcados con un asterisco); todos los demas son el resultado de las investigaciones que se han hecho en los laboratorios sobre los compuestos que resultan de sus combinaciones.

Los elementos imponderables son unos fluidos incoercibles, á cuya hipótesis es fuerza recurrir en vista de los fenómenos del calor, de la electricidad y de la luz, cuyos movimientos suponen necesariamente la existencia de un cuerpo, así para su produccion como para su trasmision.

§. 3. *Caractéres de los cuerpos brutos. Origen.*—Los cuerpos brutos se hallan en la naturaleza sin que se tenga conocimiento de su origen; ó bien se forman inmediatamente, siempre que aproximándose algunas partículas elementales, pueden obrar libremente unas sobre otras, y ceder á su mútua afinidad; resultando, ya de una especie, ya de otra, segun los casos del encuentro fortuito de diversos elementos, y pudiendo tambien formarlos á nuestra voluntad, puesto que podemos hacer muchos de ellos artificiales.

Forma no esencial.—Una vez constituidos estos cuerpos, hay muchos de ellos que pueden hallarse indiferentemente en el estado sólido, en el estado líquido, y en el estado de fluido aeriforme, segun las circunstancias en que se encuentren: asi es que el agua, por ejemplo, es sólida á una temperatura inferior á cero, líquida á una temperatura superior, y gaseosa á los 100 grados; el azúcar y la sal comun, naturalmente sólidos, pueden pasar al estado líquido si se les mezcla el agua, las resinas si se les mezcla el alcohol, etc. De donde resulta, que en el cuerpo bruto la forma no siempre es esencial, y que viene á manifestarse en virtud de una nueva operacion, independiente asi de la formacion como de la existencia.

Crecimiento ó incremento indefinido y esterior.—El cuerpo bruto sólido puede conservar el volumen y forma en que se manifestó al formarse ó al consolidarse; pero tambien puede adquirir mayores dimensiones, y esto siempre se verifica por la parte esterior, en virtud de una nueva agre-

gacion de partículas, que agrupándose alrededor de las primeras, pueden aumentar indefinidamente su masa; este incremento puede efectuarse de un modo continuo, pero tambien puede interrumpirse y volverse á realizar sucesivamente en épocas indefinidas, que solo dependen de las circunstancias esteriores.

Variacion de formas.—En estas mudanzas accidentales de volumen, puede conservarse inalterable la forma del cuerpo sólido, ó bien esperimentar toda especie de variaciones, sin órden y sin época determinada: puede ser puramente accidental, ó bien depender de cierta propiedad que tienen las materias brutas, de agregarse en términos de afectar formas geométricas, las cuales pueden á su vez variar tambien hasta el infinito en una misma sustancia; y hasta puede suceder, que un mismo cuerpo tome primero una forma y despues otras muchas sucesivamente, segun las circunstancias.

Para convencerse de esto, no hay mas que colocar un fragmento irregular de alumbre suspendido de un hilo, por ejemplo, en una disolucion debidamente concentrada de esta misma sal, y se le verá aumentarse y adquirir una forma regular, que generalmente es la del octaedro. Suspendiéndole entonces en otra disolucion de la misma sal, en que préviamente se haya desleido una porcion de greda, hasta que la efervescencia se haya disminuido de un modo perceptible y se le verá aumentarse mas y pasar á la forma cúbica. Si se le vuelve á colocar en la primera disolucion, volverá á pasar al octaedro, aumentándose siempre, etc. Finalmente, si se le suspende debajo de la vasija y al borde de una abertura casi capilar, por donde pueda rezumarse lentamente el líquido, seguirá aumentándose con nuevas capas, pero entonces se redondeará, se alargará, y al fin tomará una forma cónica irregular, formando lo que se llama una *stalactita.*

Si antes de cada inmersion se cubre el cuerpo con una ligera capa de carmin, se distinguirán despues fácilmente en la masa las diversas formas que vá tomando y sus in-

crementos sucesivos; y como en los cuerpos naturales suelen presentarse circunstancias muy parecidas, se conoce por ellas que estos cuerpos han esperimentado igualmente diversas alteraciones sucesivas.

Existencia indefinida. Destruccion.—Una vez constituidos, pueden los cuerpos brutos existir indefinidamente: encuéntranse en efecto en los monumentos ciertas materias que tienen muchos miles de años, y en las cuales nada anuncia una próxima destruccion; de modo que solo por la accion de una causa esterior es como estos cuerpos pueden dejar de existir; pero es preciso distinguir la destruccion aparente de la destruccion real. *La destruccion aparente* suele ser una disgregacion pura y simple de las partículas que se hallaban reunidas bajo tal ó cual forma; y en este caso varía su modo de ser, se convierte el cuerpo en polvo, se disuelve ó se funde, mas no por eso deja de existir (1).

La *destruccion real* es el resultado de una separacion total ó parcial de los elementos de que está formado el cuerpo; que es lo que sucede, por ejemplo, en la calcinacion de la piedra caliza, que pierde en ella el ácido carbónico; en la eflorescencia de una multitud de sales, que pierden con este motivo toda su agua de composicion, ó por lo menos parte de ella; en el azotato de ammoniaco, materia sólida que se convierte en agua y en protóxido de azoe por la accion del calor; siendo infinitas las destrucciones de esta especie que se observan en los cuerpos naturales.

§. 4. *Caractéres de los cuerpos vivos. Origen ó procedencia.*—Los caractéres de los cuerpos brutos son enteramente distintos de los que se observan en los cuerpos vivos, los cuales siempre proceden de individuos ya existentes

(1) Hay tambien una destruccion aparente que se verifica cuando el cuerpo bruto entra como parte constituyente en una nueva combinacion; asi es como se convierte el hierro en herrumbre combinándose con el oxígeno y el agua del atmósfera.

y semejantes á ellos, perpetuándose las especies por generacion, sin esperimentar modificaciones esenciales, sin que ninguna circunstancia pueda dar lugar á la formacion de otras nuevas, y sin que á nosotros nos sea posible formarlas artificiales.

Forma esencial y definida. En el mero hecho de existir el cuerpo vivo, ha de tener por precision una forma propia y determinada, en razon á que el estado de vida exige desde luego las funciones y acciones mútuas de diversas partes que han de tener á su vez una forma dada, y cuyas posiciones relativas estan rigorosamente ordenadas.

Incremento limitado é interior. Los cuerpos vivos crecen sin cesar, y siempre de un mismo modo, desde que nacen hasta llegar á un cierto límite, que no traspasan jamás. Este incremento de los cuerpos vivos se verifica interiormente, por medio de la nutricion, ó sea, de la facultad que tienen estos cuerpos de apropiarse y de atraer para su composicion, mediante ciertas modificaciones, parte de la sustancia de los demas cuerpos que los rodean, y de espeler al mismo tiempo una porcion de aquellas de que se hallan ya en posesion.

Constancia de la forma. La forma de estos cuerpos se conserva constantemente, y si á veces esperimenta algunas alteraciones, siempre es en un órden rigorosamente determinado, y en épocas cuya fijeza nunca esperimenta variacion.

Existencia limitada. Muerte. Este movimiento de composicion y de descomposicion que constituye la vida, tiene una duracion limitada; de modo que llega un tiempo en que se suspende para no reproducirse mas, y el cuerpo vivo entonces deja de existir. La muerte es la consecuencia inevitable de la vida, y luego que sobreviene, queda el cuerpo viviente reducido á un cúmulo de partículas, que desde aquel mismo instante empiezan á obrar y á rehacerse unas sobre otras y sobre los cuerpos circunyacentes, de un modo enteramente nuevo y distinto; de donde resulta una destruccion mas ó menos completa de lo que existia,

y la produccion de algunas materias nuevas, de la clase de los cuerpos brutos.

§. 5. *Cuerpos brutos de origen orgánico, y minerales.*—Los cuerpos brutos compuestos son de diversas especies: los hay que parece no poder formarse sino cuando se pone en juego la afinidad de los principios elementales por la accion lenta y prolongada de las funciones de la vida, en virtud de las cuales puede un corto número de elementos combinarse en proporciones muy variadas, y formar una multitud de cuerpos: tales son los azúcares, las gomas, las resinas, ciertos ácidos, etc., en una palabra, todas las materias inertes formadas en los cuerpos vivos, y que pueden estraerse de ellos de diversos modos. Hay, por el contrario, otros cuerpos que se forman ó han formado constantemente, y sin ninguna participacion de las fuerzas vitales, como son las combinaciones salinas, petrosas, metálicas, etc., que hallamos en el seno de la tierra, y de las cuales muchas podemos producirlas nosotros mismos.

Estas últimas materias son las que mas particularmente han recibido el nombre de *minerales*, y las que son objeto de la *mineralogia*. Sin embargo, se acostumbra á unir á su estudio el de otras diversas sustancias de origen orgánico, que sumergidas en otro tiempo en el seno de la tierra, han podido sufrir en él diversas modificaciones; y el de los cuerpos líquidos y gaseosos que se hallan en la superficie del globo, porque si bien parece convenirles poco el nombre de minerales, no por eso dejan de ser unos cuerpos brutos que no siempre pueden colocarse entre los que se forman por medio de funciones vitales.

En cuanto á las materias inertes que producen los cuerpos organizados, su estudio, asi como el de los cuerpos naturales, pertenece á la fisiologia, la cual se ocupa de los fenómenos propios de la vida en los seres que estan dotados de ella. Por lo demas, esta especie de cuerpos brutos, del mismo modo que los cuerpos artificiales, que dejamos para la tecnologia, tienen las mismas propiedades generales que todos los demas, y no necesitamos estudiarlos de

un modo especial para saber lo que presentan de importante bajo el punto de vista que nos ocupa.

§. 6. *Modo de estudiar.*—No hay mas que un modo de estudiar los cuerpos, y este consiste en examinarlos individualmente y anotar todas las propiedades que pueden presentar: este es el método analítico, único que el naturalista debe emplear para adquirir los conocimientos que le son necesarios. Pero una vez hechas con suficiente estension las investigaciones especiales, resulta de ellas un conjunto de hechos generales, que pueden presentarse sintéticamente, y que vienen á ser la espresion de lo que mas interesa saber. Entonces es cuando pueden compararse de un modo riguroso unos con otros todos los cuerpos, cuando pueden marcarse sus analogías ó diferencias, y clasificarlos de modo que un corto número de ellos pueda dar idea suficiente de todos los demas. Nosotros nos hallamos en este caso, asi respecto de los cuerpos brutos como de los cuerpos vivientes, y podemos tratar de ellos de un modo general, proporcionando en esta parte los conocimientos que son indispensables á toda buena educacion.

Los hechos relativos á la organizacion y las funciones propias de cada órgano, comparados en todos los seres, constituyen la parte mas general y mas importante del estudio de los cuerpos vivos, y las propiedades físicas y químicas tienen en ellos menos valor. Lo contrario sucede en los cuerpos brutos, pues no teniendo organizacion ni funciones, son en ellos de grande importancia los caractéres físicos y químicos, por la asombrosa variedad de hechos que presentan. Sus formas, por una parte, su estructura, su elasticidad, sus propiedades ópticas y su composicion, nos ofrecen una multitud de hechos dignos de tenerse en consideracion; mientras que por otra, las relaciones de estas diversas propiedades y de las circunstancias que las producen ó modifican, tienen una importancia en nada inferior á la de los fenómenos fisiológicos de los cuerpos vivos; y he aquí otros tantos objetos de que debe tratarse en la mineralogia propiamente dicha.

Si en el estudio de los cuerpos vivientes, sus hábitos, sus relaciones con el terreno en que viven, y su distribucion geográfica, son circunstancias cuyo conocimiento importa sobre manera; tambien son á su vez objetos dignos de nuestra atencion, y á veces de la mayor utilidad para nuestro servicio, las asociaciones naturales de los minerales, su modo de existir en el seno de la tierra, la estension y los límites de los depósitos que pueden formar, las relaciones de estos depósitos unos con otros, los fenómenos que en ellos tengan ó hayan tenido lugar, etc. Los hechos correspondieutes á estas varias relaciones constituyen un ramo particular de la ciencia, designado con el mombre de *geología*, del cual nos ocuparemos en un libro aparte.

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MINERALES.

§. 7. Las propiedades físicas de los minerales comprenden las formas y las estructuras, el estado elástico, la accion sobre la luz, el peso específico, las propiedades eléctricas y magnéticas, la dureza, la tenacidad, la flexibilidad, la ductilidad, la accion sobre el tacto, la facultad conductora del calor, el olor, el sabor, la propiedad de absorber ó de emitir la humedad, que dá lugar en algunos al fenómeno de adherirse á la lengua, la delicuescencia y la eflorescencia.

FORMAS DE LOS MINERALES.

§. 8. Las formas en que los cuerpos brutos se presentan á nuestra vista son de dos especies: las unas son unos poliedros terminados regularmente por caras ó facetas planas, lisas, y á veces tan brillantes como si las hubiese tallado un lapidario; las otras nos ofrecen configuraciones de toda especie, frecuentemente redondeadas, á veces irregularmente angulares, ó semejantes á las formas orgánicas, etc.

Las formas poliédricas, á que se da el nombre de *cris-*

tales, parecen depender de ciertas propiedades inherentes á la mayor parte de los cuerpos brutos, y en virtud de las cuales tienden sus moléculas á reunirse y colocarse en formas geométricas, en el momento en que se aglomeran en masas sólidas, siempre que puedan obedecer libremente á la atraccion de cohesion. Estas formas se producen á nuestra vista en muchas circunstancias y de diversos modos: por disolucion, por fusion, por sublimacion, lo mismo que parece suceder en la naturaleza.

En nuestros laboratorios se obtienen un gran número de sales cristalizadas disolviendo el cuerpo en agua, concentrando la disolucion, y dejándola en reposo: esto se prueba disolviendo en agua hirbiendo tanta cantidad de alumbre, por ejemplo, cuanta el líquido puede disolver, y decantando la disolucion clara en una vasija, donde se hayan suspendido algunos hilos; en cuyo caso se ven precipitarse en breve varios cristales, tanto mayores, cuanto mas voluminosa sea la masa líquida.

Las materias fundidas, dejadas enfriar lentamente, se cristalizan tambien en lo interior de la masa, y el mejor modo de observarlo es cascar la costra formada en la superficie, y verter lo que queda de materia líquida; cuya prueba puede hacerse con el bismuto, el antimonio, el azufre, etc., que son de facil fusion; y los cristales que se obtienen son tanto mas netos, cuanto mayor es el volumen de la masa fundida.

Muchas materias volátiles, como el arsénico, el ácido arsenioso, etc., calentadas en vasijas tapadas, se volatilizan y se depositan formando cristales en la parte superior del aparato.

Las configuraciones irregulares se manifiestan en una multitud de circunstanscias en que el juego de las atracciones naturales se halla mas ó menos desconcertado ó completamente interrumpido por la accion de las causas esteriores; y las formas que entonces se producen son puramente accidentales, y por lo mismo, de una importancia muy secundaria respecto de las precedentes:

esto no obstante, daremos tambien de ellas algunos pormenores.

ESTUDIO DE LOS CRISTALES.

§. 9. *Cómo debe hacerse este estudio.*--No basta saber en general, que los cuerpos brutos pueden cristalizarse, se necesita conocer ademas la naturaleza de los poliedros que presentan, y determinar lás relaciones que pueden existir entre los unos, y las oposiciones que pueden ofrecer los otros.

Lo primero que se debe hacer es asegurarse de que estos poliedros tienen caractéres geométricos, esto es, que sus planos no estan dispuestos al azar, como los que producen las diferentes fracturas casuales, la retraccion de las materias que se desecan, etc.; debe procurarse despues, mediante un estudio detenido de los detalles, marcar estos caractéres con tal exactitud, que puedan servir para distinguir claramente las diversas especies de cristales, y para descubrir analogías ó diferencias donde la vista por sí sola podria engañarse con frecuencia.

§. 10. *Medicion de los ángulos.*--Para reconocer la naturaleza geométrica de los cristales no hay mas que someterlos á medidas rigurosas por medio de los instrumentos convenientes, llamados *goniómetros.*

El mas sencillo de estos instrumentos consiste en dos listones, *fig.* 1, reunidos y movibles en *a*, que pueden abrirse mas ó menos, y alargarse ó acortarse corriéndolos por unas ranuras. Aplícanse estos dos listones del mejor modo posible sobre las dos caras, cuyo ángulo diedro quiere medirse, y despues se los coloca sobre un cuadrante, *fig.* 2, en los puntos marcados para valúar la medida, y leer esta en el limbo.

Este modo de medir los ángulos es muy defectuoso, y no puede servir mas que para averiguar aproximativamente su valor, lo que en ciertos casos puede bastar. Para proceder con mas exactitud se ha ideado elegir los cristales

de caras brillantes, y servirse de ellos para hacer reflejar las imágenes de ciertas líneas de mira situadas á alguna distancia: de este modo puede reducirse á estas imágenes á coincidir con líneas fijas, y haciendo girar al cristal, pueden establecerse de un modo neto puntos de partida en una cara, y puntos de arribo ó de llegada en otra. Como el aparato está dispuesto sobre un círculo, se obtiene el ángulo descrito por medio del movimiento del cristal, y de consiguiente la inclinacion de sus caras.

Para practicar estas mediciones hay dos instrumentos principales, el goniómetro de Wollaston, y el de M. Babinet, el cual puede servir tambien para otras muchas observaciones importantes de mineralogia.

Goniómetro de Wollaston.--Este instrumento, *fig.* 3, se compone de un círculo vertical graduado, *ab*, colocado sobre un soporte ó sustentáculo *cd*, el cual puede girar alrededor de un ege horizontal por medio del boton de tornillo *f*. Por el interior de este ege atraviesa otro, que puede hacerse mover solo, por medio del boton *g*, y que tiene en su estremidad diversas piezas movibles, las cuales se componen de una plancha curva de metal que se mueve de arriba á abajo en *h*, y cuya parte anterior, movible en *i*, puede ir y venir de derecha á izquierda. Una planchita *o*, puesta en el ege del aparato, sirve para colocar el cristal, y se la puede poner en movimiento por medio del boton de tornillo *n*.

Para servirse de este instrumento, se fija primero el cristal con cera blanda sobre el mango ó sustentáculo *o*, de modo que la arista de las dos caras, cuyo ángulo se quiere medir, quede casi perpendicular al plano del círculo y en el ege de rotacion: colócase entonces el instrumento sobre una mesa, de cara á la luz, y se procede á la operacion.

Colocar la arista del cristal horizontalmente.--La arista del cristal debe estar en una posicion rigurosamente horizontal, y para colocarla asi se parte del principio de que un espejo horizontal refleja horizontalmente la imagen de los objetos horizontales. Búscanse, pues, á cierta dis-

tancia dos líneas horizontales, como la de un techo ó la de un balcon, y se pone el plano del círculo casi perpendicular al plano fachada del edificio. Aproxímase bien entonces el ojo al cristal, y dando vueltas al eje interior por medio de la vírola *g*, se hace que una de sus caras venga á colocarse en una posicion tal, que pueda reflejar, por ejemplo, la mas alta de las líneas de mira que se han elegido; continúase despues dando vueltas al cristal muy despacio hasta que la imagen que se percibe se aproxime á la linea de mira mas baja, vista directamente, y en esta disposicion se examina lo que sucede. Si las dos lineas coinciden en toda la estension que se descubre, la cara del cristal es horizontal; si no coinciden, se va volviendo poco á poco, bien sea la posicion del círculo, ó bien la del cristal, por medio de las piezas movibles en *h* y en *i*, hasta que se obtiene la coincidencia.

Hácese luego la misma operacion con la segunda cara, haciéndola girar con la vírola *n*, hasta colocarla en posicion; y una vez conseguido esto de modo que se haga coincidir la imagen reflejada con la imagen directa, se vé si la primera cara se halla en la debida posicion; y despues de algunos tanteos y rectificaciones, se consigue la coincidencia de las líneas de mira sobre una y otra cara, las cuales quedan por este mismo hecho horizontales, y de consiguiente su misma interseccion tambien.

Medicion del ángulo.—Hecho esto, se pone el círculo graduado á 0° ó á 180°, mediante á hallarse dividido en dos partes; y esto se consigue haciendo girar á la vírola *f* hasta llegar á un punto destinado á parar el movimiento. En este estado lo primero que se hace es volver el cristal por medio de la vírola *g*, hasta hacer que una de las caras venga á reflejar la línea de mira superior, y hacerla coincidir exactamente con la línea inferior. Hácese girar despues al círculo mismo, por medio de la vírola *f*, el cual arrastra al cristal en su movimiento de rotacion, hasta que se verifiquen tambien exactamente sobre la segunda cara la reflexion y la coincidencia de las líneas de mira. En-

tonces no hay mas que leer los grados en el limbo, y las fracciones de grado en el nuñez *p*.

Este instrumento solo sirve para medir cristales muy pequeños, porque como el ojo no está fijo, y la distancia de los objetos de mira nunca es muy grande, es preciso que la dimension del cristal y su distancia al ojo puedan considerarse como muy pequeñas. Pero esta en rigor es una ventaja real, puesto que los cristales pequeños son siempre los mas netos y los mas reflejantes.

Goniómetro de Babinet.--Este instrumento, *fig.* 4, que puede tenerse en la mano ó bien fijarlo en un pie, consiste en un círculo que tiene dos anteojos, *a b*, y una alidada *c* que gira en el centro: el anteojo *a* está fijo, y el otro *b* es movible y tiene un nuñez. En el centro hay un pequeño sustentáculo, á manera de mango, susceptible de girar sobre sí mismo, y en el cual se fija con cera blanda el cristal que se quiere medir.

Cada uno de los anteojos tiene en su interior dos hilos cruzados en ángulo recto, colocados en el foco del ocular, y que, volviendo hácia la luz el anteojo, son iluminados por un manojo de rayos paralelos; en cuya disposicion sirven estos hilos en el anteojo fijo de puntos de mira situados á una distancia infinita. Antes de servirse del instrumento, es preciso colocar los dos anteojos de modo que puedan verse bien distintamente los objetos distantes, á fin de que trayendo el anteojo *b* frente al anteojo fijo *a*, puedan percibirse los cuatro hilos.

Colocar una de las miras paralelamente al círculo.--En este estado debe colocarse uno de los hilos del anteojo fijo paralelamente al plano del círculo, con lo cual quedará el otro perpendicular. Para esto se hace girar primero al ocular del anteojo *b*, de modo que sus hilos queden paralelos á los del anteojo fijo *a*; hácese correr despues el anteojo movible de derecha á izquierda, y de izquierda á derecha alternativamente, para ver lo que sucede con motivo de estos movimientos. Si los hilos paralelos se aproximan ó se separan uno de otro, no hay paralelismo con

el plano del círculo, y es preciso girar un poco los oculares, y volver á empezar despues el movimiento de derecha á izquierda y de izquierda á derecha, con cuyos tanteos se llega en breve á obtener una posicion tal, que los hilos no varien de distancia durante el movimiento, y entonces es seguro que se hallan paralelos al limbo; en seguida se fija el cristal sobre la pieza del centro ó mango con cera blanda.

Colocar el cristal verticalmente.—La arista del cristal debe estar perpendicular al plano del círculo, y para colocarla así, despues de haber llevado el anteojo *b* á la derecha, por ejemplo, se da vuelta al mango, hasta que una de las caras del cristal refleje los puntos de mira, suministrados por el anteojo fijo, y traiga su imagen al anteojo movible. Si haciendo ir y venir este anteojo, no se percibe alteracion en el paralelismo antes establecido, es señal de que la cara está vertical; pero si el paralelismo se ha alterado, se vá moviendo el cristal sobre la cera hasta que se consiga restablecerlo. Despues de haber operado en una de las caras, se dá vuelta al mango para operar en la otra; y si esto no altera el paralelismo, es prueba de que se halla tambien vertical, y que lo está igualmente la arista que las une. Si el paralelismo está alterado, se mueve el cristal sobre la cera hasta restablecerlo, y despues se rectifica la posicion de la primera cara.

Medicion del ángulo.—Se vuelve primero un poco el ocular del anteojo movible, para que sus hilos queden oblicuos con los del anteojo fijo á 45°, por ejemplo, con lo cual pueden observarse mas fácilmente las coincidencias de que ha de haber necesidad. Se pone la alidada en los 180° y el anteojo movible en la parte opuesta del círculo; muévese entonces el sustentáculo del cristal para colocar este, de modo que refleje los hilos de mira en el anteojo movible, y que haga venir el punto donde se cruzan los hilos de este último sobre el hilo vertical del anteojo fijo. Hecho esto, se va moviendo la alidada *c*, hasta hacer que la otra cara del cristal dirija del mismo modo las líneas de mira, y efectue

igual coincidencia del punto en que los hilos se cruzan con el hilo vertical de *a*. En este estado no hay mas que leer en el limbo el ángulo buscado.

Observacion.--La luz esterior que cae sobre el cristal es á veces mas viva que la que llega por el anteojo fijo, de modo que es imposible percibir la imagen de los hilos de mira perdida en esta luz. Para remediar este inconveniente es preciso poner pantallas negras alrededor del cristal, á fin de privarle de toda luz que no sea la que sale por el anteojo fijo.

§. 11. *Los cristales son unos poliedros geométricos*.--Basta saber medir los ángulos diedros de los cristales, para convencerse de que estos cuerpos son realmente unos poliedros geométricos. Si se examina, por ejemplo, los poliedros de seis caras, *fig*. 5, que son muy comunes, se observa que una de las caras laterales A, formando cierto ángulo con la cara B, forma siempre con la cara de la vuelta, que está á la izquierda, un ángulo complementario; del mismo modo que la cara superior C, haciendo un cierto ángulo con A, forma el ángulo complementario con la cara posterior. De aquí resulta, que los cristales de esta especie tienen sus caras paralelas de dos en dos, y por consiguiente son unos verdaderos paralelipípedos segun la definicion geométrica de esta clase de sólidos.

Midiendo las inclinaciones de las caras en otros poliedros, se encuentran tambien entre los ángulos íntimas relaciones, que manifiestan ademas, que estas caras estan siempre coordinadas de un modo enteramente geométrico.

§. 12. *Hechos fundamentales de cristalografia*.--Las formas poliédricas de los cuerpos brutos son numerosísimas, no solo por las particulares que cada cuerpo puede ofrecer, sino porque en la misma materia pueden hallarse de muchas especies. En el dia se cuentan estas formas por millares, cosa que á primera vista hace su estudio tan largo como dificil; sin embargo, hay hechos generales que las reducen á una gran sencillez, haciendo ver:

1.° Que un gran número de formas, muy diferentes en

la apariencia, se hallan ligadas entre sí del modo mas natural, y no son sino modificaciones, mas ó menos profundas, unas de otras.

2.º Que todas las formas conocidas constituyen seis grupos distintos, cuyos caractéres se hallan marcados con la mayor claridad.

3.º Que en cada uno de estos seis grupos todos los poliedros pueden deducirse rigurosamente de una forma única, elegida á voluntad entre las que pertenecen á él: de donde resulta, que todos los estudios cristalográficos se reducen á conocer bien las propiedades físicas y geométricas de un cortísimo número de formas que pueden tomarse por tipos de todas las demas. Estudiemos estos grandes principios de la ciencia.

MODIFICACIONES DE LOS CRISTALES.

§. 13. *Cómo se efectuan estas modificaciones.*—Los cristales de toda especie se modifican con frecuencia por medio de nuevos planos, formados sobre sus aristas ó sobre sus ángulos sólidos. Las caras formadas de este modo son á veces sumamente pequeñas; pero otras se ensanchan á espensas de las caras primordiales, que al fin llegan á borrar enteramente, dando origen á nuevos sólidos. De este modo es como las formas, al parecer mas distintas unas de otras, se ligan entre sí de la manera mas íntima, como lo manifiesta inmediatamente á la vista la série de figuras que presentamos aquí, y de las cuales diremos en particular solo algunas palabras. Unas veces se verifican las modificaciones á un mismo tiempo en todas las aristas ó en todos los ángulos sólidos, en una palabra, en todas las partes de idéntica denominacion; otras, solo se efectuan en algunas de ellas, diversificándose ó modificándose de diferentes maneras.

1.° *Modificaciones en todas las partes de nombre idéntico.*

§. 14. *Trasformacion del tetraedro.*--Un *tetraedro*, bien sea regular ó irregular, *fig.* 6, se encuentra naturalmente modificado en los cuatro ángulos sólidos, *fig.* 7; pero en varios ejemplares se ven agrandarse las nuevas caras á espensas de las otras, y acabar por reducir á estas á triángulos, *fig.* 8, lo cual produce un *octaedro.*

Modifícase tambien este sólido en las seis aristas, *fig.* 9: agrándanse las nuevas caras *fig.* 10, y despues de haber borrado las primeras, vienen á parar en un *paralelipípedo*, *fig.* 11.

§. 15. *Trasformacion del octaedro y del paralelipípedo.*— El octaedro mismo, *fig.* 8, suele hallarse tambien modificado de diferentes maneras: cuando se presenta una cara en cada uno de los seis ángulos, *fig.* 12, sucede en diversos ejemplares, que estas caras se estienden sucesivamente, *fig.* 13 y 14, y que vuelve á reproducirse en breve el paralelipípedo, *fig.* 11; lo cual manifiesta al mismo tiempo cómo produce este al octaedro.

A veces hay cuatro caras en cada ángulo, *fig.* 15, que estendiéndose, *fig.* 16, conducen al fin á un sólido de 24 caras, *fig.* 17, que se llama *trapezoedro.*

En las *figuras* 18 y 19 se vé cómo este nuevo sólido se aproxima al paralelipípedo, *fig.* 11.

Cuando las cuatro nuevas caras estan vueltas hácia las aristas del octaedro, *fig.* 20, y se estienden sucesivamente como en la *fig.* 21, se llega al sólido, *fig.* 22. Las *fig.* 24 y 23 manifiestan el paso del paralelipípedo á este sólido.

Tambien se observan modificaciones en las 12 aristas del octaedro, *fig.* 25, que estendiéndose *fig.* 26, conducen al *dodecaedro*, *fig.* 27. En las *fig.* 29 y 28 se vé cómo el paralelipípedo produce este mismo sólido.

Cuando las aristas son modificadas por dos caras, *fig.* 30,

se produce otro sólido de 24 caras, *fig.* 31. Si la modificacion se verifica por ocho caras sobre los ángulos, *fig.* 32, se obtiene un poliedro de 48 caras, *fig.* 33.

Estos primeros pormenores bastan para manifestar, que sólidos muy diferentes, como el *tetraedro*, el *octaedro*, el *paralelipípedo*, etc., pueden tener entre sí las mayores relaciones, y hallarse por consiguiente en una misma sustancia. Ahora veremos otros que tienen lugar cuando las modificaciones no son tan completas.

2.° *Modificaciones en algunas de las partes de un mismo nombre, y mezcla de modificaciones.*

§. 16. *Paso del octaedro al prisma.*—En ciertas especies de octaedros suele limitarse la modificacion á los cuatro ángulos laterales, *fig.* 34; y cuando las caras se estienden lo bastante, da esto lugar á un prisma piramidal de cuatro caras, *fig.* 35, que puede ser mas ó menos oblongo.

Otras veces se hallan reemplazadas, *fig.* 36, las cuatro aristas laterales, y conducen á un prisma piramidal, *fig.* 37, inverso del primero. Estas dos modificaciones reunidas dan un prisma octógono.

Nuevo paralelipípedo.—Si la modificacion del vértice se une á la de las aristas laterales, *fig.* 38 y 39, por estension, resulta un paralelipípedo, *fig.* 40, cuyas caras corresponden á las aristas del primero. Estos paralelipípedos pasan uno á otro por medio de la modificacion de las aristas laterales, *fig.* 41, ó bien produce su reunion un prisma octógono.

§. 17. *Paso á diversos octaedros.*—Un octaedro cualquiera puede producir frecuentemente otros muchos, unos mas agudos y otros mas obtusos, y que unas veces son directos, y otras inversos.

1.° *Octaedros directos.*—Un octaedro modificado por dos caras sobre las aristas laterales, *fig.* 42, da otro mas agudo, *fig.* 43, cuando las nuevas caras se estienden suficiente-

mente. Si por el contrario se efectua una modificacion en el vértice, *fig.* 44, resulta un octaedro mas obtuso, *fig.* 45, y cuyo grado de rebaja depende de la inclinacion de las nuevas caras.

2.° *Octaedros inversos.*—La modificacion de las aristas culminantes, *fig.* 46, conduce á un nuevo octaedro mas obtuso, *fig.* 47, inverso del primero: resultado á que da tambien lugar la modificacion del vértice por cuatro caras vueltas hácia las aristas, *fig.* 48; entonces queda el nuevo sólido mas ó menos rebajado, segun que las caras modificantes estan mas ó menos inclinadas al eje del antiguo.

La modificacion de los ángulos laterales, cada uno por dos caras, *fig.* 49, conduce á octaedros inversos mas agudos, *fig.* 50.

Estas formas directas é inversas se producen en un paralelipípedo determinado, unas por medio de la modificacion de los ángulos, *fig.* 51, y otras por la de las aristas, *fig.* 39. Los diversos grados de agudeza dependen de la mayor ó menor inclinacion de las nuevas caras.

§. 18. *Paso á la doble pirámide octógona.*—La modificacion de los ángulos laterales del octaedro, *fig.* 49, puede producir caras tan inclinadas, que de su reunion con las caras primordiales resulte una doble pirámide octógona, *fig.* 52.

Prodúcense tambien de otros muchos modos: por la modificacion de las aristas culminantes, cada una por dos carras, *fig.* 53; por la de los ángulos de los vértices, cada uno por ocho caras, *fig.* 54; y finalmente, por la de los ángulos laterales, cada uno por cuatro caras, *fig.* 55. En los dos primeros casos las pirámides son obtusas; en el tercero son agudas, *fig.* 56. Si el octaedro se modificase á un mismo tiempo en las cuatro aristas laterales y en los cuatro ángulos correspondientes, como se vé en las *fig.* 34 y 36, las dos pirámides quedarian separadas por un prisma octógono.

Estas especies de sólidos se producen en los paralelipípedos por la modificacion de los ángulos, cada uno por dos caras mas ó menos oblicuas, *fig.* 57.

§. 19. *Pirámide exágona y prisma exágono.*—En ciertos

octaedros se observa, que las modificaciones laterales, *fig.* 49, no se efectuan mas que en dos ángulos opuestos : si entonces estan las caras convenientemente inclinadas, se produce una doble pirámide exágona, *fig.* 58.

Si á la modificacion de las cuatro aristas laterales del octaedro, *fig.* 36, se agregase la mitad de la de los ángulos, *fig.* 34, tomados alternativamente, los vértices quedarian separados por un prisma exágono, *fig.* 59 y 60.

Si los paralelipípedos se modificasen tambien en dos aristas laterales opuestas únicamente, se tendria un prisma exágono como el de *fig.* 61. La pirámide se obtendria en este prisma mediante la modificacion de las aristas de las bases, *fig.* 62, la cual volveria de este modo á conducir á los prismas piramidales, *fig.* 59 y 60. Obtendríase tambien otro por medio de la modificacion de los ángulos, *fig.* 63.

§. 20. *Paralelipípedos de eje redoblado.*—Hay octaedros que se modifican en el vértice por medio de caras opuestas, *fig.* 64, y al mismo tiempo en dos aristas opuestas de las bases. Si las nuevas caras se estienden, *fig.* 65, y concluyen por borrar el primer sólido, se obtiene un paralelipípedo, *fig.* 66, de eje horizontal.

Si el octaedro se modifica en el sentido opuesto, como se vé *fig.* 67, resulta otro paralelipípedo, cuyo eje horizontal se inclina hácia adelante, *fig.* 68.

Estas formas se producen en los paralelipípedos, *fig.* 11 y 40, por la modificacion de dos aristas opuestas en cada base, como *fig.* 69 y 70.

§. 21. *Octaedro de eje redoblado.*—Las caras que remplazan á los ángulos laterales de un octaedro, *fig.* 71, se hallan á veces desigualmente inclinadas sobre las aristas correspondientes; y si en esta disposicion se estienden, llegan á cortarse mas en un lado que en otro, bien hácia adelante *fig.* 72, bien lateralmente, *fig.* 73. Si hacen desaparecer entonces la mitad del primer octaedro, resultan dos nuevos sólidos de un mismo género, *fig.* 74 y 75, cuyos ejes son horizontales.

Un paralelipípedo produce fácilmente estas especies de

octaedros mediante la modificacion de la mitad de sus ángulos sólidos, como se vé *fig*. 76 y 77.

Por esta segunda série de observaciones se ven diversas especies de octaedros, de paralelipípedos y de sólidos piramidales que se refieren y ligan todavía unos con otros, por mas diferentes que parezcan. Hé aquí otros que es preciso distinguir:

3.° *Modificacion de los sólidos oblicuos.*

§. 22. En todos los sólidos que acabamos de estudiar estan las caras ordenadas con relacion á un ege vertical; pero hay cristales en que se percibe una oblicuidad mas ó menos marcada; y si precindiendo de esta oblicuidad, se observan resultados análogos á los que acabamos de indicar, se hallan tambien otros nuevos, que es necesario estudiar.

§. 23. *Octaedros de diversas especies.*--Hay tres géneros de octaedros que no existen entre los precedentes; hé aquí por qué:

1.° Un paralelipípedo oblicuo, *fig*. 78, se modifica frecuentemente en la mitad de los ángulos sólidos, *fig*. 79 ú 80; y si las nuevas caras se estienden hasta el punto de borrar las caras laterales antiguas, y de reducir las otras á triángulos, resultan dos nuevos octaedros, *fig*. 81 y 82, que conservan cuatro caras del paralelipípedo.

2.° El paralelipípedo inverso, *fig*. 83, modificándose en los ángulos sólidos opuestos *a* y *b*, *fig*. 84, conduce á un nuevo octaedro, *fig*. 85, que conserva los vestigios de las seis caras paralelipipédicas.

Si en este mismo paralelipípedo inverso se verifican las modificaciones en el ángulo sólido *e* y en su opuesto, *fig*. 86, puede resultar de aquí un octaedro achatado del mismo género, *fig*. 87.

3.° Este mismo sólido se modifica frecuentemente en la mitad de las aristas de las bases, *fig*. 88 y 89, cuando las nuevas caras se estienden suficientemente, y las caras laterales se reducen á triángulos, y resultan tambien nue-

vos octaedros, *fig.* 90 y 91, que conservan cuatro de las antiguas caras.

Resultan, pues, de aquí seis especies de octaedros diferentes de todos los que hemos visto hasta ahora.

§. 24. *Paralelipípedos de diversos grados de oblicuidad.*--Un paralelipípedo oblicuo, como el de la *fig.* 78, no suele modificarse mas que en una sola arista en cada base, como se vé *fig.* 92 ó 93. La nueva cara puede en este caso prolongarse de manera que borre la base antigua, y entonces se forman nuevos paralelipípedos, *fig.* 94 ó 95, mas ó menos oblicuos que el precedente, uno en el mismo sentido, y otro en un sentido inverso.

En las modificaciones que se efectúan en los ángulos, *fig.* 84 y 86, sucede tambien, que las nuevas caras hacen desaparecer las bases, formándose nuevos paralelipípedos oblicuos, *fig.* 96 y 97.

Entre todas las inclinaciones posibles de las nuevas caras, *fig.* 84 ó 93, pueden producirse paralelipípedos rectos.

§. 25. *Otra produccion de paralelipípedos.*--Entre todos los paralelipípedos oblicuos, *fig.* 83, hay algunos cuyas caras, iguales todas, estan regularmente ordenadas alrededor de un ege vertical, que pasa por *a* y *b*, y que por lo mismo puede colocarse verticalmente, como se vé *fig.* 98. Estas especies de paralelipípedos pueden producir infinitos otros del mismo género, de cuatro modos diferentes:

1.º Modificándose en las seis aristas que concurren de tres en tres á los vértices, *fig.* 99, lo cual conduce, por estension de las nuevas caras, al sólido *fig.* 100, y finalmente al paralelipípedo inverso *fig.* 101;

2.º Modificándose en cada uno de los vértices por tres caras, *fig.* 102; lo que dá un sólido como el precedente, *fig.* 103, y del cual puede haber una infinidad de especies, segun la mayor ó menor inclinacion de las caras modificantes;

3.º Modificándose por tres caras vueltas hácia la del paralelipípedo, *fig.* 104, de donde resulta un sólido de la misma posicion que aquel de que se parte, *fig.* 105.

4.º Modificándose en los ángulos laterales, *fig.* 106, por

caras mas ó menos inclinadas al eje, formándose entonces paralelipípedos cada vez mas agudos, ya inversos, *fig.* 107 y 108, ya directos, *fig.* 109. Esta diferencia depende del modo como se coloca cada faceta, inclinándose hácia una estremidad del eje ó hácia la otra. El paralelismo al eje es el límite de las dos especies de sólidos.

26. *Dodecaedros bipiramidales.*--Cuando las facetas modificantes, *fig.*. 106, reducen las primeras á triángulos se forma, *fig.* 110, un dodecaedro bipiramidal, que se hace regular cuando el paralelipípedo inverso que se produce es idéntico á aquel de que se parte; y como cada paralelipípedo puede tener su inverso, resulta que pueden formarse una infinidad de dodecaedros.

Independientemente de estos dodecaedros, en que todas las caras son triángulos isósceles, se producen otros muchos en que son en general triángulos escalenos. Esto puede verificarse de cuatro modos diferentes:

1.° Por la modificacion de las seis aristas culminantes, cada una por dos caras, *fig.* 111, que da dodecaedros obtusos, *fig.* 112, variables hasta el infinito, segun las inclinaciones mútuas de las facetas modificantes.

2.° Por seis facetas en cada uno de los ángulos culminantes, *fig.* 113, de donde resultan sólidos análogos.

3.° Por dos facetas en cada uno de los seis ángulos laterales, *fig.* 114, que producen sólidos mas ó menos agudos, *fig.* 115.

4.° Por dos caras sobre cada una de las seis aristas laterales, *fig.* 116; de donde resultan sólidos parecidos á los de la *fig.* 115, pero inversos, pues en este caso las caras culminantes se juntan en las aristas laterales del sólido.

Es de notar que á cada sólido producido por la modificacion, *fig.* 114, puede corresponder siempre un sólido idéntico inverso producido como el de la *fig.* 116.

§. 27. *Produccion de prismas exágonos.*--Hemos visto formarse sólidos de esta especie en virtud de la modificacion de las aristas laterales en ciertos paralelipípedos, §. 18; pero los cristales oblicuos que nos ocupan presentan otros que se producen de dos maneras.

1.º Por la modificacion de los ángulos laterales, como en la *fig.* 106, cuando las nuevas caras son paralelas al eje, en cuyo caso llegan á formarse por estension sólidos como los de las *fig.* 117 y 118; no necesitándose mas que una modificacion en el vértice, *fig.* 119, bastante profunda para que se forme un prisma completo, *fig.* 120.

2.º Por una modificacion en las aristas laterales, *fig.* 121, paralelamente al eje, lo que da por estension otro prisma piramidal, *fig.* 122, resultando de aqui otro segundo prisma exágono, *fig.* 123, inverso del primero, cuando se agrega una modificacion bastante profunda en cada vértice.

DIVISION DE LOS CRISTALES EN SEIS GRUPOS.

§. 28. La observacion hace ver, que la coexistencia ó la disyuncion de las facetas modificantes en las partes de un mismo nombre no son efectos de casualidad: la constancia de resultados, sean de esta ó de la otra especie, que en este punto se observa, no puede menos de reconocer una causa necesaria, y esta debe buscarse en las propiedades particulares que poseen los sólidos modificados. Estas propiedades que vamos á estudiar ahora, son las que establecen los seis grupos de cristales que hemos anunciado anteriormente, §. 12.

PRIMER GRUPO DE CRISTALES.

Octaedro regular, cubo, etc.

§. 29. *Caractéres físicos.*--Entre todos los octaedros que pueden presentar los cuerpos brutos, hay uno, *fig.* 124, en que se observa la propiedad de tener siempre modificadas á la vez de la misma manera todas las partes de nombre igual, es decir:

1.º Que todas sus aristas estan siempre modificadas á la vez por una sola cara, ó por dos, *fig.* 125 ó 126.

2.º Que todos los ángulos sólidos estan reemplazados á la vez, ya por una faceta, *fig.* 127, ya por cuatro, vueltas

hácia las caras, *fig.* 128, ó hácia las aristas, *fig.* 129, ó bien por ocho.

El paralelipípedo propio de esta especie de octaedro, *fig.* 130, presenta propiedades correlativas: las aristas se modifican todas á la vez por una sola cara ó por dos, *fig.* 131 ó 132; todos los ángulos sólidos son tambien modificados á la vez por una cara, *fig* 133, ó por tres, *fig.* 134 y 135, ó en fin por seis.

Estas son las propiedades en cuya virtud se forman todos los sólidos cuya produccion hemos manifestado, desde la *fig.* 6 á la 33, y jamás ninguno de los comprendidos en las *fig.* 124 á 135.

§. 30. *Caractéres geométricos.*--La medida de los ángulos diedros hace ver, que el octaedro tiene todas sus caras igualmente inclinadas entre sí en 109° 28′ 16″, y que sucede lo mismo en el paralelipípedo correspondiente, cuyas caras se encuentran todas bajo el ángulo de 90°.

En las diversas modificaciones, cada nueva faceta se inclina un número igual de grados sobre las caras adyacentes del sólido que modifica.

Estas observaciones conducen á otros caractéres, que tienen sobre los primeros la ventaja de la brevedad y de la precision. Dedúcese de ellas:

1.° Que el tetraedro que puede encontrarse en este grupo es el *tetraedro regular* de la geometría, cuyas caras son triángulos equiláteros, y todas tienen entre sí una inclinacion de 70.° 31′ 44″;

2.° Que el octaedro es el *octaedro regular,* formado de ocho caras triangulares equiláteras, inclinadas entre sí 109° 28′ 16″.

3.° Que el paralelipípedo que aqui se encuentra es el *cubo*, compuesto de seis caras cuadradas.

§. 31. No será inútil hacer algunas esplicaciones acerca de estos resultados.

1.° *Tetraedro.*--Un ángulo diedro se mide por medio de perpendiculares tiradas en los dos planos que le forman, á un mismo punto de la arista de uuion. Asi es que siendo

ac, *fig.* 136, perpendicular á la base del sólido, y *ab* y *cb* perpendiculares á la arista *gh*, el ángulo *abc* medirá la inclinacion de los dos planos; y del mismo modo, *adc*, *afc* serán los ángulos diedros de los otros planos.

Pero la observacion demuestra, que el tetraedro de este grupo tiene todas sus caras igualmente inclinadas entre sí: luego todos los triángulos *acb*, *acd*, *acf* son iguales, y por consiguiente las líneas *cb*, *cd*, *cf* de la misma magnitud; luego tambien el punto *c*, proyeccion del vértice, se halla á igual distancia de los tres lados.

De estos diversos datos se deduce, que las trazas de las caras sobre el plano horizontal, que no son otra cosa que los lados de la base de la pirámide, forman tambien entre sí ángulos iguales: luego esta base es un triángulo equiángulo, y por consiguiente equilátero; luego tambien las proyecciones *cg*, *ci*, *ch* de las aristas son iguales, y por consiguiente estas mismas aristas.

Y como estas consecuencias son aplicables á cualquiera de las caras del sólido que se tome por base, resulta que todas ellas presentan triángulos equiláteros é iguales.

2.º *Octaedro.* — Estando todas las caras de una de las pirámides igualmente inclinadas sobre las de la otra, si se supone un plano formado por las aristas *bd*, *de*, *fig.* 124, se destacará de él una pirámide, *fig.* 137, cuyas cuatro caras esten igualmente inclinadas á la base, lo cual coloca la proyeccion *e* del vértice á igual distancia de los cuatro lados.

Sentado esto, y estando todas las caras culminantes igualmente inclinadas entre sí, sus trazas, que son los lados de la base, forman tambien entre sí ángulos iguales, y por consiguiente rectos; y como estos lados estan á igual distancia del punto *c*, la base es un cuadrado. De aquí se sigue, que las proyecciones *cb*, *cd*, *ce*, *cf* de las aristas culminantes son iguales, y por consiguiente lo son estas mismas aristas.

Ahora bien, puesto que todas las caras estan igualmente inclinadas entre sí, si se toma por vértice del octaedro un ángulo cualquiera, se vendrá á parar al mismo resultado,

y se concluirá, que todas las aristas son iguales: luego todas las caras son triángulos equiláteros iguales, que es lo que constituye el carácter del octaedro regular.

3.º *Paralelipípedo.*—Estando todas las caras en ángulo recto, el sólido debe ser tambien rectangular y recto; pero como las caras que le producen en el octaedro, *fig.* 138, estan igualmente inclinadas sobre las caras adyacentes, resulta que reuniéndose en *a*, *fig.* 139, estan todas igualmente inclinadas sobre la diagonal *ab*. Ahora bien, si se hace pasar un plano por los tres puntos *c*, *d*, *e*, se destacará una especie de tetraedro, cuyas caras estarán todas igualmente inclinadas á la base, y en el que la proyeccion del vértice se hallará en el centro, la base será un triángulo equilátero, y las aristas culminantes serán iguales: luego este paralelipípedo es un cubo.

SEGUNDO GRUPO DE CRISTALES.

Octaedros y prismas de bases cuadradas.

§. 32. *Caractéres físicos.*--Ciertos octaedros, *fig.* 140, en vez de estar escencialmente modificados á la vez en todas las aristas, suelen no estarlo mas que en las aristas laterales, *fig.* 141 y 142, ó en las del vértice, *fig.* 143 ó 144, por una cara ó por dos.

En los ángulos se efectúan tambien aisladamente diversas modificaciones, en el vértice, *fig.* 145 á 147, por una cara ó por cuatro, ó en los ángulos laterales, *fig.* 148 á 151; pero en este último caso, las facetas vueltas hácia las aristas estan dispuestas de modo que solo se reunen de dos en dos, *fig.* 150 ó 151.

Un paralelipípedo de este grupo, *fig.* 152, se modifica aisladamente en las aristas laterales, *fig.* 153, lo que dá lugar á un paralelipípedo inverso, *fig.* 154, ó bien en las aristas de las bases, *fig.* 155; en los ángulos se modifica por una cara, *fig.* 156, ó por dos, *fig.* 157, pero nunca escencialmente por tres como en el primer grupo.

Por efecto de estas propiedades, existen en este grupo diversas especies de octaedros directos ó inversos, dos paralelipípedos inversos, prismas y pirámides octógonas, en una palabra, todos los sólidos cuya produccion hemos indicado, §. 16 á 18.

§. 33. *Caractéres geométricos.*—Ninguno de los octaedros de este grupo presenta entre sus caras la igualdad de inclinacion que caracteriza el octaedro regular. Alrededor de los dos vértices, *a* y *g*, *fig.* 140, las cuatro caras culminantes estan igualmente inclinadas entre sí; pero de un vértice á otro los ángulos son diferentes, aunque tambien iguales entre sí.

Por otra parte, las modificaciones en las partes de un mismo nombre no presentan todas igual inclinacion sobre las caras adyacentes. Las caras *a*, *fig.* 141, se inclinan con igualdad y bajo un ángulo determinado sobre las caras inmediatas; pero las caras *b*, *fig.* 143, se inclinan bajo un ángulo distinto, y todas igualmente. Lo mismo sucede con las facetas *c*, *fig.* 145, comparadas con las facetas *d*, *fig.* 148.

En el paralelipípedo, cada faceta lateral *f*, *fig.* 153, se inclina igualmente sobre las caras inmediatas, y todas del mismo modo; las facetas *i*, *fig.* 155, se inclinan con desigualdad sobre la base y sobre las caras, pero todas de un mismo modo. En los ángulos sólidos, cada faceta *k*, *fig.* 156, se inclina igualmente sobre las dos caras laterales, pero de diverso modo sobre la base.

De aquí se sigue, que los octaedros de este grupo son de base cuadrada; que las aristas culminantes son todas iguales y de una longitud determinada, y las de la base de una longitud diferente.

En los paralelipípedos, las caras estan tambien en ángulo recto, pero las bases son unos cuadrados, y las caras rectángulos, es decir, que estos sólidos son unos *prismas de bases cuadradas.*

§. 34. Estos resultados no son en cierto modo mas que consecuencias de los raciocinios precedentes, §. 31, com-

binados con los datos particulares que suministran las formas del grupo actual.

En el octaedro, *fig.* 140, tomando *ag* por eje, se concluye de la igualdad de inclinacion de las caras de una pirámide sobre la otra, que la proyeccion del vértice está en el centro de la base comun (§. 31, 2.º); de aquí y de la igualdad de inclinacion de las caras culminantes entre sí, se concluye que la base es un cuadrado, y que las aristas que concurren á los vértices *a* y *g* son por consiguiente iguales.

No sucede lo mismo en otro vértice distinto, como *b*, por ejemplo, *fig.* 140; la pirámide, que puede suponerse destacada, *fig.* 158, tiene sin duda, segun la observacion, sus caras igualmente inclinadas sobre la base, pero no entre sí. Obsérvase un ángulo formado por *abd* sobre *bgd*, y otro distinto sobre las caras de la vuelta, y por consiguiente los ángulos que forman entre sí las aristas de la base no son iguales. El ángulo en *d*, y su opuesto *f*, son de un valor, y los ángulos *a* y *g* de otro; de donde se sigue que la base es un rombo, porque las aristas son iguales, segun la primera observacion; pero las proyecciones *ca*, *cd*, de las aristas culminantes son desiguales, y por consiguiente estas aristas lo son tambien.

En cuanto á los prismas, su naturaleza resulta de su produccion sobre el octaedro de base cuadrada. Uno de ellos se forma de la reunion de las modificaciones, *fig.* 145 y 148, de donde resulta el poliedro, *fig.* 159. Pero las facetas *a* estan todas igualmente inclinadas bajo un cierto ángulo sobre las caras adyacentes, y la faceta *b* lo está bajo otro ángulo: luego cuando se reunen para formar el ángulo sólido *c* del paralelipípedo, *fig.* 160, las caras laterales estan ambas inclinadas al eje de cierta manera, y la base lo está de otra manera diferente.

Resulta de aquí, que en el tetraedro que podria formarse haciendo pasar un plano por *efg*, la proyeccion del vértice estaria á igual distancia de los lados *ef*, *gf*, y á una distancia diferente de *eg*. La base seria pues un triángulo isos-

celes, y las proyecciones de las aristas *cg*, *ce*, serian iguales, mientras que la proyeccion de *cf* seria diferente. Esto manifiesta la igualdad de las dos primeras aristas, y la diferencia de la tercera: luego la base es un cuadrado, y las caras laterales rectángulos.

El mismo resultado se hallaria respecto del prisma inverso, el cual se produce en el octaedro inverso de la misma manera que el precedente.

TERCER GRUPO DE CRISTALES.

Octaedros y prismas rectangulares y romboidales.

§. 35. *Caractéres físicos.*—Hay octaedros, *fig.* 161, que no se modifican ni aun esencialmente en todas las aristas laterales á la vez; no habiendo á veces mas que dos modificadas, ya por una cara, *fig.* 162 ó 163, ya por dos.

Suelen tambien no presentarse mas que dos facetas en el vértice, *fig.* 164 ó 165, en vez de cuatro, como *fig.* 146.

Los octaedros inversos, *fig* 166, se conducen de distinto modo: las cuatro aristas laterales se modifican siempre juntas, *fig.* 167; pero de las culminantes no suele modificarse mas que la mitad, por ejemplo, *fig.* 168, y lo mismo sucede con los ángulos laterales, como *fig.* 169.

Los paralelipípedos tienen tambien caractéres particulares: uno directo, *fig.* 170, puede ser modificado á la vez en todas las aristas laterales, *fig.* 171, y otro inverso del primero, *fig.* 172, no suele modificarse mas que en la mitad de estas aristas, *fig.* 173, de donde resulta un prisma exágono.

El paralelipípedo directo no suele modificarse mas que en la mitad de las aristas de las bases, *fig.* 174 ó 175, produciendo paralelipípedos invertidos; el otro se modifica en todas las aristas, *fig.* 176, pero en cambio no suele tener mas que la mitad de los ángulos sólidos modificados, *fig.* 177 ó 178, mientras que en el primero todos los ángulos se modifican á la vez.

Estas propiedades son las que producen los octaedros particulares, los prismas y pirámides exágonos, etc., que hemos visto, §. 19 á 21, lo cual no impide que se presenten otras muchas formas mas ó menos análogas en la apariencia á las del grupo precedente.

§. 36. *Caractéres geométricos.*—Ciertos octaedros de este grupo, *fig.* 161, se hallan de tal modo constituidos, que las caras *m* y *n* estan inclinadas bajo un cierto ángulo, y las caras *o* y *p*, bajo otro ángulo diferente; pero hácia un mismo vértice las cuatro caras estan igualmente inclinadas entre sí. Las facetas modificantes *a* y *b*, *fig.* 162 y 163, se inclinan igualmente cada una sobre las dos caras adyacentes, pero una bajo un cierto ángulo y otra bajo un ángulo distinto.

Uno de los paralelipípedos, *fig.* 170, es rectangular, pero el otro, *fig.* 172, presenta dos especies de ángulos entre sus caras. En el primero, la faceta colocada en una arista lateral está desigualmente inclinada sobre las caras adyacentes; en el otro estas inclinaciones son iguales; pero de un cierto ángulo respecto de dos facetas opuestas, y de un ángulo diferente respecto de las otras dos, etc.

En los octaedros inversos, *fig.* 166, las caras de un vértice estan igualmente inclinadas sobre las del otro; pero hácia un mismo vértice las caras presentan dos especies de inclinaciones mútuas, una de *m* sobre *o*, y otra de *m* ó de *o* sobre la cara de la vuelta.

Síguese de estos datos que los *octaedros directos* son de *base rectangular*, los *octaedros inversos de base romboidea*, y que de los dos prismas, el uno es de base *rectangular*, y otro de base *romboidea*. Los dos paralelipípedos de eje invertido son tambien de base romboidal.

§. 37. Para demostrar estos resultados bastarán algunas observaciones.

1.ª En el octaedro rectangular, *fig.* 161, resulta de las dos especies de inclinaciones de las caras culminantes sobre la base comun, que la proyeccion del vértice se halla á igual distancia de dos de las aristas de esta base, y á una

distancia diferente de las otras dos : luego la base tiene los lados desiguales. (Véase §. 31, 2.°).

Por otra parte, estando igualmente inclinadas entre sí las caras culminantes, los cuatro ángulos de la base son iguales, y por consiguiente rectos: luego la base es un rectángulo; pero en este caso las semi-diagonales son iguales: luego las aristas culminantes, cuyas proyecciones forman, lo son tambien.

2.ª Los caractéres del octaedro, *fig.* 166, son exactamente los mismos de la pirámide de que hemos hablado §. 34, y raciocinando del mismo modo, se vé que aqui la base es un rombo, y que hay dos especies de aristas en cada vértice, aristas que no son las mismas que las de la base comun.

3.ª El primero de los prismas que hemos obtenido resulta de la modificacion del vértice, reunida á la de los ángulos laterales, en el octaedro de base romboidal, como el de la *fig.* 179; ès asi que cada una de las caras *a*, *b*, *c*, se inclina de un modo diferente sobre la cara adyacente del octaedro; luego reuniéndose para formar el ángulo sólido *d*, *fig.* 180, deben hallarse desigualmente inclinadas sobre el eje *df*. De aqui resulta, que en el tetraedro que pudiera formarse haciendo pasar un plano por *e*, *g*, *h*, la proyeccion del vértice estaria á distancias desiguales de los tres lados de la base; las proyecciones de las aristas culminantes serian todas tres desiguales, y por consiguiente lo serian estas mismas aristas : luego el sólido rectangular tiene sus tres dimensiones desiguales.

4.ª Finalmente, el segundo paralelipípedo resulta de la modificacion del octaedro rectangular en sus seis ángulos sólidos, *fig.* 181 ; pero las caras *b*, forman ambas un mismo ángulo con *c*, y la cara *a* forma un ángulo diferente : luego reuniéndose para formar el ángulo *i* del paralelipípedo, *fig.* 182, las caras laterales forman ángulos iguales con la diagonal *ik*, y la base un ángulo diferente. Conclúyese de aqui, como en el §. 34, que las dos aristas de las bases son iguales, y la arista lateral diferente. Pero como en este caso las caras

laterales no estan en ángulo recto una sobre otra, la base, en vez de ser un cuadrado, es un rombo.

CUARTO GRUPO DE CRISTALES.

Diversos octaedros y prismas oblicuos.

§. 38. *Caractéres físicos.*--No examinaremos aqui sino los octaedros y paralelipípedos que mas analogía tienen con los del grupo precedente, para hacer ver las diferencias que existen entre unos y otros.

El octaedro *fig.* 183, se diferencia esencialmente de los anteriores en que no suele modificarse mas que en la mitad de las aristas culminantes, *fig.* 184 ó 185.

En el vértice, en vez de modificarse por cuatro caras vueltas hácia las aristas, solo se modifica por dos, *fig.* 186.

El octaedro inverso, *fig.* 187, se modifica, bien en las cuatro aristas laterales como en el grupo precedente, *fig.* 167, bien en las dos aristas laterales de cada vértice, *fig.* 188; pero no se modifica mas que en la mitad de las otras, *fig.* 189.

El paralelipípedo *fig.* 190, se modifica en las cuatro aristas laterales de las bases, como en la *fig.* 175; pero no suele modificarse mas que en la mitad de las otras, *fig.* 191 ó 192; y del mismo modo en la mitad de los ángulos sólidos, *fig.* 193 ó 194.

El paralelipípedo inverso, *fig.* 195, no se modifica mas que en la mitad de las aristas de las bases, *fig.* 196 ó 197: no suele hallársele modificado mas que en dos ángulos sólidos opuestos, *fig.* 198 ó 199, ó bien en los otros cuatro á la vez, *fig.* 200.

De estas propiedades resultan todos los octaedros y paralelipípedos particulares, cuya produccion hemos visto §. 23 y 24.

§. 39. *Caractéres geométricos.*--En los octaedros directos, *fig.* 183, hay dos especies de ángulos de la pirámide superior sobre la inferior, y otras dos especies de ángulos entre

las caras culminantes, uno de *m* sobre *o*, y otro de *o* sobre la cara de la vuelta.

En el octaedro inverso, *fig.* 187, hay dos especies de ángulos en la base y tres especies de ángulos entre las caras culminantes.

En el prisma directo *fig.* 190, las caras laterales estan en ángulo recto, y lo mismo sucede respecto de la base sobre las caras laterales *a*; pero de esta base sobre *b*, y sobre el lado opuesto, los ángulos son oblicuos.

En el prisma inverso, *fig.* 195, no hay mas que un ángulo recto, de modo que la base forma tambien ángulos oblicuos con las caras laterales.

Las facetas modificantes se hallan tambien desigualmente inclinadas sobre las caras inmediatas, si bien las de un mismo órden se inclinan todas de la misma manera.

QUINTO GRUPO DE CRISTALES.

Paralelipípedos oblicuos, oblicuángulos.

§. 40. Hasta ahora no hay en este grupo mas que paralelipípedos, *fig.* 201, diversamente modificados, que se distinguen de los anteriores en diferentes caractéres:

1.º En que si se modifican en dos aristas laterales opuestas, *fig.* 202, las facetas no se inclinan igualmeute sobre las caras adyacentes, como sucede en el caso de prismas romboidales, *fig.* 173, rectos ú oblicuos.

2.º En que no suelen modificarse mas que en una arista en cada base, cualquiera que sea su especie, por ejemplo, *fig.* 203 y 204, mientras que hasta en el grupo precedente las aristas laterales de las bases se modifican siempre todas cuatro á la vez, como en el tercero, *fig.* 175.

3.º En que no se modifican mas que en dos ángulos sólidos opuestos, por ejemplo, *fig.* 205 y 206; mientras que en el grupo precedente se hallan con frecuencia los cuatro ángulos modificados á la vez de un mismo modo, *fig.* 193, 194 y 200.

Estas propiedades hacen ver que estos paralelipípedos son no solo *oblicuos*, sino tambien de *base de paralelogramo oblicuángulo*, es decir que no son ni rectangulares ni romboidales.

SESTO GRUPO DE CRISTALES.

Romboedros, prismas exágonos regulares, etc.

§. 41. *Caractéres físicos*.—Aquí los octaedros son muy raros y no nos ocuparemos de ellos. Las formas dominantes son las de paralelipípedos, y prismas exágonos.

Los paralelipípedos, *fig*. 207, se diferencian mucho de los prismas romboidales oblícuos en cuanto al número y posicion de las facetas modificantes que se manifiestan en sus diversas partes.

Modifícanse á la vez en las seis aristas que concurren de tres en tres á cada uno de los ángulos opuestos *a* y *b*, ya por una sola cara, ya por dos, *fig*. 208 y 209, observándose tambien modificaciones de la misma especie á la vez en las otras seis aristas, *fig*. 210 y 211, ocasionadas por una faceta ó por dos. Nótase aqui una gran diferencia respecto de los prismas oblicuos precedentes, los cuales no se modifican mas que en cuatro de las aristas que acabamos de indicar, *fig*. 196 y 197.

Estos paralelipípedos se modifican tambien como los prismas oblicuos, *fig*. 198, por una cara en cada uno de los ángulos opuestos culminantes *fig*. 212, produciendo asimismo una especie de octaedro; pero ademas suele hacerse la modificacion por tres caras vueltas hácia las del sólido, *fig*. 213, ó hácia las aristas, *fig*. 214; observándose una diferencia todavia mayor, cual es, que los otros seis ángulos se modifican todos á la vez, *fig*. 215, y aun por dos caras, *fig*. 216; mientras que en el prisma oblicuo ordinario no suele haber mas que cuatro de estos ángulos modificados á un tiempo, *fig*. 200, modificándose por separado los otros dos, *fig*. 199.

El prisma exágono que pertenece á este grupo, *fig*. 217, se modifica á la vez en todas las aristas laterales, *fig*. 218, ó

bien en todas las aristas de las bases, *fig.* 219, ó finalmente, en todos los ángulos sólidos, *fig.* 220 (1).

En virtud de estas propiedades produce el sólido un gran número de paralelipípedos mas ó menos agudos, directos ó inversos, asi como los prismas y dodecaedros cuya produccion hemos indicado §. 25 á 27.

§. 42. *Caractéres geométricos.*—La medida de los ángulos hace ver, que en los paralelipípedos de esta especie las tres caras que concurren á los vértices *a* ó *b* estan igualmente inclinadas entre sí; ademas, las caras *a* ó *b* producidas en los vértices, *fig.* 212, están igualmente inclinadas sobre las tres caras adyacentes. De estos dados se deduce, que todas las aristas del sólido son iguales; y como por otra parte, no se halla ningun ángulo recto, resulta que todas las caras son rombos iguales, dispuestos simétricamente alrededor de un ege *ab*. La forma de las caras de este sólido hace que se le dé el nombre de romboedro (2).

El prisma exagono tiene todas sus caras laterales inclinadas entre sí 120°: tal es el caracter del *prisma exágono regular*.

§. 43. *Sistemas de cristales.—Reduccion de los cristales á seis formas.*—Queda, pues, demostrado, que los seis grupos en que se dividen todas las formas se diferencian esencialmente unos de otros en todas las propiedades, asi fisícas como geométricas, de los sólidos que comprenden. Verdad es, que no hemos comparado mas que los octaedros, los paralelipí-

---

(1) El prisma exágono del tercer grupo, *fig.* 221, se modifica del modo siguiente:

1.° En dos ó cuatro aristas laterales, *fig.* 222 y 223.

2.° En dos ó cuatro aristas en cada base, *fig.* 224 y 225.

3.° En dos ó cuatro ángulos sólidos en cada base, *fig.* 226 y 227.

En el cuarto grupo las modificaciones laterales se verifican de la misma manera, pero las de las bases no se efectuan sino de dos en dos.

(2) Si se concibe un plano que pase por las tres diagonales situadas como *cd*, *fig.* 207, se tendrá un tetraedro, que se calculará como §. 31, y en el cual se hallará que la base es un triángulo equilátero, y que las aristas culminantes son iguales.

pedos y los prismas de base de exágono, pero en todos los demas la comparacion daria los mismos resultados.

Asi es que en cada grupo todas las formas componen un sistema, donde todo se halla rigorosamente coordinado, y que bajo ningun aspecto puede confundirse con el sistema inmediato; y esta es la razon por qué cada uno de los grupos se designa con el nombre de *sistema de cristales ó sistema cristalino*. Si se toma por término de comparacion el paralelipípedo, por ejemplo, se tendrá:

1.º El *sistema cúbico*, al cual corresponden el alumbre, la sal comun, el diamante, el granate, etc.

2.º El *sistema prismático cuadrado*, á que pertenecen por ejemplo, la mena de estaño, el calomel, etc.

3.º El *sistema prismàtico rectangular ó romboidal, recto*, donde se incluyen, el topacio, el azufre, los sulfatos de barita y de plomo, el emético, etc.

4.º El *sistema prismático rectangular ó romboidal, oblicuo*, en que figuran la piedra de yeso, el sulfato de hierro ó caparrosa verde, el ácido oxálico, etc.

5.º El *sistema prismático oblicuo de base de paralelogramo oblicuángulo*, donde se encuentran, por ejemplo, el sulfato de cobre ó caparrosa azul, el cuadroxalato de potasa, el ácido paratartárico, etc.

6.º Y *finalmente el sistema romboédrico*, que se observa en la piedra caliza, el cristal de roca, la esmeralda, el azotato de sosa, etc.

Ahora bien, puesto que en cada grupo las diferentes formas se deducen fácilmente unas de otras, es claro que cualquiera de las formas simples de cada uno de ellos puede considerarse como tipo de todas las demas: por consiguiente, todas las formas cristalinas se reducen á seis especies de sólidos de un mismo género, que se diferencian por la diversidad de sus propiedades; á seis especies de octaedros, de los cuales cada uno tiene sus caractéres particulares, ó seis especies de paralelipípedos, etc.: solamente no podria decirse seis especies de prismas exágonos, porque los dos primeros grupos no ofrecen esta clase de formas.

De lo dicho se infiere, que basta formarse una idea clara de seis especies de sólidos, para adquirir la de todas las formas cristalinas que pueden hallarse entre los cuerpos brutos; y que una sola forma, escogida y bien determinada en cuanto á sus dimensiones relativas, puede representar toda la cristalizacion de una sustancia; dándosele por lo mismo el nombre de *forma tipo ó forma primitiva* de la sustancia.

Espliquemos lo que esto significa. Todos los sólidos regulares estan caracterizados y determinados por sí mismos: asi es que un cubo, un octaedro regular, ó un tetraedro, son unos sólidos únicos que no admiten variedad alguna; pero puede existir un número infinito de prismas de bases cuadradas ó rectangulares; un número infinito de octaedros de bases cuadradas, ó bases rectangulares, ó de tetraedros irregulares, dependiendo todo de la relacion que pueda haber entre la longitud de ciertas aristas y la de otras aristas de especie diferente. Asi es que para dar una idea clara de un prisma de base cuadrada, es preciso indicar la relacion que haya entre la altura y el lado de la base, diciendo por ejemplo, que la base es 1 y la altura 2, 3 ó 4, etc. §. 74.

§. 44. *Ley de simetría.*—Si comparamos ahora los caractéres físicos de las principales formas de cada grupo con los caractéres geométricos, vendremos á parar á un hecho general llamado ley de simetría, esto es: que en un cristal todas las partes de especie idéntica se modifican á la vez de una misma manera; ó recíprocamente: que las partes de especies diferentes se modifican aisladamente, ó de distinto modo.

Asi, pues, cuando todas las aristas de un cristal son de una misma especie, todas permanecen intactas á la vez, ó todas se modifican á la vez de un mismo modo: esto es lo que sucede en el cubo, en el octaedro regular, etc.

Cuando hay muchas especies de aristas, hay otras tantas especies de modificaciones, que tienen lugar cada una aisladamente: asi se observa en los octaedros de base cuadrada, de base rectangular, etc., ó en los prismas de estos diversos grupos. En efecto, si hay en unos dos especies de aristas, se

presentan tambien en ellos dos especies de modificaciones que pueden efectuarse aisladamente, y si hay en otros tres especies de aristas, hallánse asimismo en ellos tres especies de modificaciones, etc.

Conviene advertir, que por aristas de una misma especie no se entiende únicamente aristas iguales, sino aristas que presenten á la vez el carácter de igualdad y el de posicion en la union de planos que formen entre sí ángulos iguales. En un prisma romboidal, por ejemplo, las cuatro aristas laterales son iguales, y sin embargo son de dos especies, puesto que hay dos que se hallan en la interseccion de planos reunidos bajo un ángulo agudo, mientras que las otras dos se hallan en el punto donde se juntan planos reunidos bajo un ángulo obtuso.

Segun esto, es fácil comprender que en los prismas rectos de bases cuadradas ó de bases romboidales, todas las aristas de las bases deben ser de una misma especie, puesto que las caras que las forman vienen todas á encontrarse en ángulo recto; pero no sucede lo mismo en los prismas oblicuos, en los cuales hay aristas que corresponden á ángulos diedros agudos, y otras que corresponden á ángulos obtusos.

Espliquemos tambien lo que significan las espresiones *modificado de una misma manera ó modificado de una manera diferente*. Para esto hay que tomar la medida de los ángulos: en un prisma de bases cuadradas, por ejemplo, suele suceder que todas las aristas, no obstante ser de dos especies, se hallen modificadas á la vez, *fig.* 228, pero que lo esten de un modo diferente. En efecto, la medida de las inclinaciones hace ver, que cada faceta lateral está igualmente inclinada sobre las dos caras adyacentes, pero cada una de las facetas formadas en las aristas de las bases presenta dos especies de inclinaciones, una en la base, y otra distinta en la cara lateral correspondiente. Por eso el prisma, modificado de este modo, se diferencia del cubo modificado en todas sus aristas, *fig.* 229, que tiene la misma apariencia; porque aqui cualquiera de las facetas modificantes presenta siempre igual

inclinacion sobre las dos caras adyacentes, sea cual fuese suposicion.

He aqui lo que respecto de esto nos manifiesta constantemente la observacion: cuando una arista se halla en la interseccion de dos caras iguales, la faceta única que la reemplaza se halla siempre igualmente inclinada sobre estas dos caras. Si la arista se halla, por el contrario, entre dos caras desiguales, la faceta que la reemplaza está siempre desigualmente inclinada. Este complemento de la ley de simetría es el que se quiere indicar cuando se dice, que las modificaciones se verifican de una misma manera, ó de una manera diferente.

Todo lo que hemos dicho respecto de las aristas, debe entenderse tambien de los ángulos sólidos.

§. 45. *Escepciones aparentes.*—Hay casos sin embargo en que las modificaciones se efectúan de una manera distinta de la que acabamos de indicar, de modo que parece hacen escepcion á la ley de simetría; pero estos hechos nada tienen de anómalo mas que los otros, solo que presentan un nuevo órden de fenómenos, que completa la idea que debe formarse de las partes de una misma especie ó de especies diferentes. Consignemos los hechos.

1.º Hay cristales (boracita) cuyas caras se encuentran todas en ángulo recto, cuyos ocho ángulos sólidos son por consecuencia geométricamente idénticos, y que sin embargo no suelen estar modificados mas que en cuatro de sus ángulos, ya sea como en la *fig.* 230, ya como en la *fig.* 231, ó sea que en las estremidades de cada diagonal sólida haya un ángulo modificado y un ángulo intacto. Esta circunstancia produce en el primer caso un tetraedro dispuesto como el de la *fig.* 232, y el segundo un tetraedro dispuesto como en la *fig.* 233.

Del hecho de ser idénticos los ángulos sólidos y no modificarse todos á un mismo tiempo, se ha deducido que la ley de simetría estaba sujeta á escepciones; pero puede contestarse, que si bien todos los ángulos son geométricamente idénticos, no lo son físicamente, y que bajo este punto de vista la ley

de simetría queda en pie. Para comprender esto basta reflexionar, que el paralelipípedo de la boracita está compuesto de pequeños tetraedros colocados en fila, de modo que una base corresponde á un ángulo sólido, y el vértice al ángulo opuesto, el cual es por lo mismo de una especie contraria al primero, físicamente considerado: en este caso la ley de simetría exige, que el uno pueda ser modificado sin que lo sea el otro.

2.º Una cosa parecida se observa en los prismas de bases de exágono regular. Todas las aristas laterales son iguales y geométricamente idénticas; todas las aristas de las bases tienen entre sí la misma identidad, y en fin, todos los ángulos sólidos son iguales: luego segun la ley de simetría, todas las aristas de las bases deben ser modificadas á un mismo tiempo de una misma manera, debiendo suceder lo mismo respecto de las aristas laterales y de los ángulos sólidos; y esto es en efecto lo que se observa en muchas de estas sustancias, como, por ejemplo, en la esmeralda.

Pero hay cuerpos en que las cosas pasan de otro modo. En algunos de ellos el prisma exágono se modifica tan solo en tres aristas alternativas de las bases, *fig.* 234, ó en tres ángulos, *fig.* 235, (calcareo, rubí, zafiro); en otros no hay modificaciones mas que en tres aristas alternas laterales, figura 236 (turmalina).

Todo esto se ha considerado como otras tantas escepciones á la ley de simetría; y sin embargo, tomando en consideracion las estructuras, se ve que esta ley queda intacta. Los prismas que se modifican en todas las partes geométricamente idénticas, pueden considerarse como formados de pequeñas moléculas prismáticas de una misma especie ó de prismas triangulares equiláteros. Los que no se modifican mas que en la mitad de los ángulos sólidos ó en la mitad de las aristas de las bases, estan formados de moléculas romboédricas, modificadas en el vértice y en las partes laterales, *fig.* 237 ó 238, apiladas en el sentido de su eje, *fig.* 239, ó 240. En cuanto á los prismas que se modifican en tres de las aristas laterales, tal vez podria considerárselos como compues-

tos de tres prismas romboidales de 100 y 120°, *fig.* 241, cuyo conjunto presentaria entonces lateralmente tres aristas de una especie, y otras tres físicamente diferentes, habiendo asimismo dos especies de ángulos sólidos bajo el punto de vista físico. Mas para llegar de este modo á fijar una forma á las moléculas componentes, es necesario tener un conocimiento exacto de todas las propiedades del cristal para ponerlas en armonía por medio de una eleccion conveniente; y esto exige un estudio muy profundo.

3.° *Dodecaedro pentagonal é icosaedro.*—Hay cubos que ofrecen propiedades tales, que sus aristas, que se hallan todas modificadas á la vez y geométricamente de la misma manera, presentan ademas el carácter de hallarse la faceta producida desigualmente inclinada sobre las caras adyacentes; de donde se sigue, que estas caras no son físicamente idénticas; y en efecto, son á veces estriadas, como *fig.* 242, y de modo que las estrías de una cara son perpendiculares á las de la otra.

Cualquiera que sea la forma molecular por donde puedan esplicarse estas diferencias, la modificacion de las aristas del cubo, *fig.* 243, por una sola cara, conduce á un poliedro de que todavia no hemos hecho mérito, y que consiste en un dodecaedro pentagonal, *fig.* 244, que está caracterizado por inclinaciones mútuas de unos 127° entre ciertas caras, y de unos 113° 30' entre las otras (1).

Combinándose este poliedro, con las modificaciones de los ángulos sólidos del cubo, produce otro compuesto de veinte caras triangulares, *fig.* 245, ó sea un icosaedro formado de ocho triángulos equiláteros, que corresponden á las caras del octaedro, y de doce triángulos isósceles, en lo cual se diferencia del icosaedro de la geometría, cuyos trián-

---

(1) El dodecaedro pentagonal de la geometría tiene todas sus caras inclinadas entre sí 116.° 33' 32" y todos los ángulos planos de 108.° En el dodecaedro pentagonal natural hay dos ángulos planos de 106.° 37', dos de 102.° 38', y uno de 121.° 30'.

gulos todos son equiláteros. Obsérvase á veces, que las caras del octaedro son demasiado grandes comparadas con las otras, y que el sólido se presenta como *fig.* 246. Tambien se nota aqui, que las aristas del octaedro no son todas de una misma especie, puesto que las modificaciones se reducen á dos en cada vértice.

§. 46. *Dimorfismo é isomorfismo.* — De las observaciones que acabamos de hacer resulta necesariamente, que las formas cristalinas deben servir de mucho para distinguir los cuerpos brutos, puesto que en su virtud, unos deben pertenecer á un sistema determinado, y otros á un sistema diferente; ofreciendo por otra parte todos ellos dimensiones relativas particulares en las formas primitivas que deben adoptarse para representarlos.

Hay sin embargo dos fenómenos que amenguan mucho la importancia de estas formas, y son los que se designan con los nombres de *dimorfismo y de isomorfismo.*

El *dimorfismo* es la facultad que se observa en ciertas sustancias, idénticas por su naturaleza, de cristalizarse bajo formas que pertenecen á sistemas diferentes. En el dia se sabe de muchas sustancias dotadas de esta propiedad; pero la que de mas antiguo se conoce es la piedra caliza, la cual por un lado cristaliza bajo el sistema romboédrico, formando el *espato de Islandia*, y por otro bajo el sistema prismático rectangular recto, formando lo que se llama *aragonita.* Estas variaciones de sistemas alteran todas las demas propiedades físicas de la sustancia, como la dureza, el peso específico, los caractéres ópticos, etc.

El *isomorfismo* consiste en que ciertos cuerpos de diversa naturaleza afectan muchas veces una misma forma, ó por lo menos formas de un mismo género, que no se diferencian mas que en las dimensiones relativas de sus diversas partes. Esta propiedad, que al principio se creyó limitada al sistema cúbico, y que en el dia se reconoce en todos los demas, depende de que ciertos cuerpos simples, con caractéres particulares que los distinguen, tienen al mismo tiempo propiedades comunes que los asemejan, y entre otras la de

dar la misma forma á los compuestos de un mismo órden que pueden formar con determinados cuerpos, §. 122. Asi es que el azufre y el selenio, combinándose con el plomo, la plata, el zinc, etc., producen cuerpos idénticos en la forma; y los óxidos de hierro, de manganeso, de cromo, de alumina, etc., presentan una série de cuerpos idénticos en tal grado de oxidacion, otra serie en un grado diferente, y combinándose con un ácido, forman tambien sales que esemejan completamente bajo este punto de vista.

Causas de las variaciones de formas en cada sistema, y de las variaciones de sistema.

§. 47. *Variacion en un mismo sistema.*—Si es evidente que en cada sistema cristalino pueden existir formas muy variadas, ¿cómo es, se pregunta naturalmente, que un cuerpo puede tomar al cristalizarse, ya una de estas formas, ya otra? Esta cuestion me indujo en otro tiempo á hacer muchas investigaciones en las sales que pueden disolverse y hacerse cristalizar á voluntad, y de ellas he deducido un hecho general, á saber: que estas variaciones dependen de la naturaleza del líquido que sirve de disonvente, de las materias que puede contener ademas de las que cristalizan, y de la temperatura. He aqui algunos ejemplos:

Resultados de laboratorio.—El alumbre del comercio, depurado por medio de muchas cristalizaciones sucesivas, acaba por dar en el agua pura octaedros muy netos, y acabados en todas sus partes; pero si á esta disolucion se añade alguna otra sal, ácido ó base, se obtienen cristales modificados y aun de todo punto diferentes: con el ácido azótico, cada uno de los cuatro ángulos sólidos del octaedro es reemplazado por una cara; con el ácido clorhídrico se obtienen las facetas que conducen al icosaedro; el ácido bórico determina la formacion de cristales cúbicos, y algunas gotas de carbonato de potasa ó de amoniaco, ó bien un carbonato en polvo agitado en el líquido, producen el mismo re-

sultado. Una disolucion saturada á 100°, no produce al enfriarse mas que cristales octaedros; pero saturada en vasija tapada y á temperaturas mas elevadas, da lugar á dodecaedros romboidales y á trapezoedros.

Se ve, pues, que puede obtenerse el alumbre en formas muy variadas, que dependen enteramente de las circunstancias en que cristaliza este cuerpo. En todas las demas sales se observan modificaciones análogas variando convenientemente la naturaleza del líquido y la temperatura.

Circunstancias análogas en los minerales.—Los cristales naturales presentan variaciones que indican al parecer circunstancias análogas á las que acabamos de citar. Efectivamente, las formas de un mismo mineral se diferencian segun la naturaleza de las sustancias unidas á él, y con las que, por consiguiente ha cristalizado; en tales términos, que desde muy antiguo reconocen los mineralogistas las localidades de ciertos minerales solo por las formas que estos presentan. Asi es que distinguen la cal cristalizada del Hazz de la del Derbyshire; los cristales de esta sustancia procedentes de las montañas calizas, de los de los filones ó de los diferentes lechos metalíferos; la mina de hierro cristalizada de la isla de Elba, de la de Framont, en los Vosgos; la arogonita de las minas de hierro, de la de las arcillas salíferas, etc.

§. 48. *Variacion de sistema.* — El dimorfismo parece depender igualmente de las circunstancias esteriores en que se verifica la cristalizacion. Asi es que el azufre disuelto en el carburo de azufre da por la evaporacion cristales en forma de octaedro romboidal recto; pero el azufre fundido cristaliza por enfriamiento en el sistema prismático oblícuo. El cobre, precipitado de una disolucion salina sobre una plancha de hierro, ofrece cristales del sistema cúbico, y el cobre fundido cristaliza en el sistema rectangular. La sal comun, que en el agua cristaliza en cubos, me ha parecido dar por la fusion, octaedros romboidales; pero la masa se cubre muy pronto de fisuras paralelas á las caras del cubo. Disoluciones saturadas de ciertas sales poco cristalizables, en que se

hace disolver despues una que cristaliza pronto, obligan á esta á tomar las formas que convienen á la primera.

Es de notar, que bajo las formas estraordinarias que una sustancia es susceptible de tomar de este modo, la colocacion de las moléculas no se halla en un estado de equilibrio estable: asi es que las sales que se ha forzado á cristalizar bajo una forma que no toman ordinariamente, caen muy pronto hechas polvo; y las materias fundidas que no tienen un grado muy alto de cohesion se llenan en breve de fisuras, que indican un cambio interior de cristalizacion; como se observa en la sal comun y en el azufre fundidos. La aragonita no resiste al calor rojo como el espato de islandia, pues apenas se la calienta, se esponja y se disgrega. Muchas veces basta una elevacion de temperatura para variar toda la estructura interior de un cuerpo sin que se manifieste ninguna variacion al esterior; obsérvase esto, por ejemplo, calentando cristales de sulfato de zinc, etc. Estas variaciones no se reconocen sino por algunas fisuras regulares interiores, ó por las variaciones de las propiedades ópticas.

§. 49. *Observaciones sobre el isomorfismo.* — Suele haber tambien en el isomorfismo algo que depende de las circunstancias esteriores, como se observa en las sales que contienen agua en su composicion. La cantidad de este líquido varia en general segun la temperatura á que se efectua la cristalizacion, combinándose con una sal una cantidad determinada, á una temperatura fija, y con otra á una temperatura diferente. Y como el isomorfismo no tiene lugar sino en composiciones idénticas, se sigue que dos sales hidratadas son ó no son isomorfas, segun que se han cristalizado ó no á la temperatura que conviene á cada una de ellas. La mezcla de otra sal en la disolucion suele facilitar la combinacion del agua en proporciones determinadas; por eso el sulfato de cobre cuando la disolucion contiene sulfato de hierro, toma la forma de este último, y por consiguiente una cantidad de agua diferente de la que ordinariamente contiene.

Cristales agrupados.

§. 50. *Grupos diversos.* — Los cristales estan á veces aislados; pero lo mas comun es que esten agrupados entre sí de diversas maneras, ya con regularidad, ya de un modo casual.

Los grupos son regulares siempre que los cristales se reunen por sus caras homólogas, resultando de aqui cristales mas voluminosos, ya de la misma forma que los cristalillos componentes, ya completamente distintos. De este modo pequeños cristales cúbicos, escalenoedros, prismáticos piramidales, etc., forman grandes cristales de la misma especie, *fig.* 247 á 249, ó bien cristales muy diferentes, *fig.* 250 á 252. La mayor parte de los cristales grandes manifiestan claramente que estan formados de este modo; observándose á menudo una de sus partes perfectamente neta, mientras que la otra presenta el armazon grosero que los constituye.

§. 51. *Grupo de prismas romboidales.* — Los prismas de bases romboidales son muy propensos á agruparse, y en algunas sustancias (aragonita, albayalde) producen cristales compuestos muy notables.

1.° Reúnense dos prismas por las aristas laterales, *figura* 259, y el intervalo se llena de semi-prismas de la misma especie, resultando un grupo exágono, que tiene dos ángulos *a* de una especie, y cuatro ángulos *b* de otra.

2.° Dos prismas se pegan por sus caras, *fig.* 254, y el intervalo se llena con un prisma derivado del primero; de donde resulta otro prisma exágono, que tiene cuatro ángulos *a* de la especie precedente, y dos ángulos *c* de otra especie.

A veces se llena el intervalo de cristalitos de la misma especie, que vienen á juntarse en una línea media, y dejan entre sí un ángulo entrante *d*, *fig.* 255, de donde resulta un prisma, que tiene dos ángulos de la especie *a* y tres de la especie *c*.

3.° Suele suceder tambien que los prismas se reunan de un modo mas complicado, como *fig.* 256, donde se ven dos de los grupos, *fig.* 254, y cuatro cristales al esterior, que dejan entre sí intervalos llenos por prismas derivados. El prisma resultante tiene cuatro ángulos de la especie *a* y dos de la especie *c*. A veces son los grupos, *fig.* 255, los que se reunen, y el conjunto, *fig.* 257, presenta dos ángulos entrantes.

4.° Alrededor del grupo precedente suelen reunirse otros cristales, ya en un solo lado, *fig.* 258, ya en los dos á la vez, *fig.* 259; en uno y otro caso el conjunto prismático ofrece ángulos entrantes. Fórmanse en fin agrupamientos tan complicados, que es imposible describirlos.

En estos diversos casos los prismas reunidos unas veces son simples en sus vértices, otras modificados de diversas maneras. Si el primero los grupos resultantes tienen bases bastante bien terminadas, aunque estriadas en diferentes sentidos. Si el segundo, las modificaciones de los prismas elementales se marcan en hueco y en relieve sobre las bases del grupo, *fig.* 260.

5.° Los prismas elementales que se reunen estan á veces modificados profundamente en las aristas laterales; resultando de aqui la configuracion *fig.* 261, si todos los prismas tienen una misma estension, ó la de la *fig.* 262 si son tres de ellos muy pequeños. Cuando los prismas se hallan modificados en sus vértices, resulta una especie de armazon de prisma piramidal, *fig.* 263.

6.° Los prismas romboidales se reunen tambien á veces por las modificaciones de sus vértices: asi es como en la *estaurotida* se reunen cuatro para formar una cruz rectangular, *fig.* 264 ó 265; observándose fenómenos análogos en los prismas cuadrados ó rectangulares.

§. 52. *Grupos de octaedros.*—Los octaedros producen tambien, cuando se reunen, grupos de diversos géneros; por ejemplo, varios octaedros deformados por el ensanche de algunas de sus caras, *fig.* 266, podrian producir reuniéndose un grupo completo, *fig.* 267, que representa una doble

pirámide pentagonal, ahuecada en el vértice, y con ángulos entrantes en sus ángulos laterales.

Esta pirámide no es completa y regular, sino cuando las caras por donde se agrupan los octaedros tienen entre sí una inclinacion de 72°; con ángulos mas pequeños hasta el de 60°, queda un vacio que se llena irregularmente; con ángulos mayores no pueden reunirse mas que cuatro cristales, que dejan entre sí un vacio mientras no llegan á la inclinacion de 90°.

Trasposicion, hemitropia.

§. 53. *En los octaedros.*—Hay agrupamientos que se verifican entre dos cristales con circunstancias particulares: sucede como si un cristal único hubiese sido dividido en dos, y que una de estas mitades hubiese hecho una sesta parte de revolucion, ó bien una semi-revolucion sobre la otra; y esto es lo que se llama *trasposicion* en el primer caso, y *hemitropia* (mitad de revolucion) en el segundo.

Estas especies de agrupamientos toman frecuentemente el nombre de *maclas*, que suele darse tambien á los grupos precedentes.

Si se reuniesen dos octaedros, como *fig.* 268, las caras del uno se hallarian sobre planos paralelos á las del otro, y los vértices rebasarian. No hay regularidad sino cuando las aristas de una misma especie coinciden entre sí, como *fig.* 269, y para esto es necesario que uno de los sólidos haga sobre el otro un movimiento de 60°, es decir, de una sesta parte de circunferencia: hay entonces una trasposicion.

Si los dos octaedros conservasen todas sus caras bien proporcionadas, se reconoceria inmediatamente que habia agrupamiento; pero sucede que el plano de union se estiende considerablemente (1), y el grupo se presenta como en

---

(1) Esta estension depende del incremento que se efectua á conse-

fig. 271. Entonces es cuando se echa de ver que sucede como si el cristal, *fig.* 272, hubiese sido cortado entre dos caras opuestas por un plano paralelo *a b c d*, y una mitad hubiese girado sobre la otra.

§. 54. *Grupos de romboedros y de escalenoedros.*—En todos los sistemas de cristalizacion se hallan varias especies de agrupamientos análogos; pero los romboedros, los escalenoedros, etc., ofrecen algunas particularidades. Reúnense á veces de dos en dos por planos perpendiculares al eje, *fig.* 273 y 274, y como los planos de union son muy estensos, se presentan los grupos como *fig.* 275 y 276. En este caso sucede como si los sólidos completos, *fig.* 277 y 278, hubiesen sido cortados por un plano *a b c d*, perpendicular al eje, y una de las partes hubiese girado sobre la otra un sesto de circunferencia.

Cuando las reuniones se efectúan por planos oblícuos ó paralelos al eje, hay semi-revolucion. Asi es que los prismas oblícuos y los romboedros reunidos por sus caras, ó por otras producidas sobre las aristas, dan grupos, *figura* 279 y 280, en que por efecto de la estension del plano de union pasan las cosas como si los sólidos, *fig.* 281 y 282, hubiesen sido cortados por los planos *a b c*, y una mitad hubiese hecho una semi-revolucion sobre la otra.

§. 55. *Grupos de prismas.* — Los diversos prismas suelen agruparse tambien en sentido inverso, por ejemplo, *figura* 283; pero por efecto de la estension del plano de union, el grupo se presenta como *fig.* 284, y las cosas pasan como si un cristal, *fig.* 285, hubiese sido cortado por un plano *a b c d*, y una de las mitades hubiese hecho una semi-revolucion

---

cuencia de la primera reunion de los dos pequeños sólidos; por ejemplo, si dos cristalitos *a* y *b*, fig. 270, se reuniesen por el vértice, el plano de union seria un punto matemático; pero si el grupo se aumentase por capas que le envolviesen por todas partes, el plano de union se estenderia sucesivamente, y el conjunto tomaria una forma, en la cual no se reconocerian ya las formas componentes.

sobre la otra. Lo mismo sucede en el grupo, *fig.* 286, que procede del sólido, *fig.* 287.

Cristales deformados y obliterados.

§. 56. *Cristales ensanchados ó alargados.* — Sucede frecuentemente que los agrupamientos de pequeños cristales se estienden mas de un lado que de otro, y entonces el cristal resultante adquiere tambien mas estension en ciertas caras que en otras. Asi es que ciertos cubos pueden agruparse de modo que el sólido tome el aspecto de un prisma cuadrado ó rectangular, *fig.* 288 ó 289; que ciertos octaedros, simples ó compuestos, se alargan en este ó el otro sentido, *fig.* 290 y 291; y que algunos prismas, simples ó piramidales, se presentan á manera de láminas, *fig.* 292 ó 293, simples ó modificadas. Ciertos cristales prismáticos se alargan tambien del mismo modo, colocándose los unos á los estremos de los otros, en términos de tomar una forma capilar, etc.

Los cristales se alargan ó se ensanchan siempre por medio de los agrupamientos, como por ejemplo los octaedros, *fig.* 294 á 296, que se modifican como *fig.* 297 y 298, 299 y 300, 301 y 302. Las configuraciones tabulares, *fig.* 303 á 308, no son tampoco mas que estos mismos cristales, ensanchados y modificados en las aristas y los ángulos, como cuando son regularmente proporcionados. Estas variaciones de unas mismas formas, asi como los cristales tabulares que á ellas se refieren, se encuentran principalmente en los sistemas prismáticos, y sobre todos en los octaedros que derivan de ellos.

§. 57. *Cristales de caras huecas.* — Hay tambien otro género de deformidad en los cristales: sucede frecuentemente que solo las aristas estan formadas de un modo neto, *fig.* 309, y que las caras son irregulares y aun huecas hasta el centro del sólido. Este efecto se produce á veces en nuestros laboratorios cuando ciertas disoluciones muy concentradas cristalizan con rapidez, y se le obtiene tambien cons-

tantemente haciendo cristalizar una disolucion concentrada en una materia pulverulenta algo pesada. Es probable que en la naturaleza pasen las cosas de este último modo, porque todos los cristales que ofrecen esta particularidad se hallan en medio de arenas y de arcillas, donde evidentemente se han formado.

§. 58. *Macla de Bretaña.*—Si la materia pulverulenta en que se verifica la cristalizacion es ligera, se introduce en lo interior del cristal, y se coloca geométricamente en direcciones que dependen de la forma del poliedro. Lo mismo se observa tambien en muchas sustancias naturales formadas en ciertos depósitos; siendo una de las mas notables la que se designa con el nombre de *macla*, *fig.* 310, y qué se encontró primero en Bretaña en medio de lo que se llama esquistos micáceos: la materia negra de estos esquistos se coloca en el centro del cristal, ó bien hácia los ángulos, y tambien en la direccion de las diagonales. Hay otras muchas materias que se hallan en el mismo caso, tales como el *granate*, la *amfigena*, la *tremolita*, etc.

§. 59. *Cristales redondeados.*—Sucede tambien frecuentemente que los cristales se obliteran; que sus caras, sus aristas y sus ángulos se redondean, y no ofrecen ya esa regularidad bajo la cual los habiamos estudiado hasta ahora. Los prismas exágonos, octógonos y dodecágonos presentan configuraciones *cilindroideas*, *fig.* 311, cargadas en el sentido de su longitud de estrías, entre las cuales se notan acá y acullá algunos planos lisos, que parecen indicar deberse este resultado á la multiplicidad de las facetas.

Los dodecaedros romboidales, los trapezoedros, etc., producen frecuentemente configuraciones *esferoideas*, figura 312 á 314, cuyos principales ejemplos nos los ofrecen el diamante y el granate: las caras y las aristas de estos cuerpos son casi siempre mas ó menos combadas y curvilíneas.

Los romboedros obtusos, ciertos octaedros achatados, y en general los sólidos rebajados, toman al deformarse configuraciones *lenticulares*; los escalenoedros ó los diferentes dodecaedros adquieren configuraciones *seminiformes*, *do-*

liformes, etc., *fig*. 315 á 317; y sobre todo los calizos nos ofrecen de ello frecuentes ejemplos. Hay en general una multitud de estas formas redondeadas en todas las especies de cristales.

§. 60. Frecuentemente parecen ser debidas las obliteraciones á la multiplicidad de las facetas hácia los ángulos sólidos ó hácia las aristas; pero tambien parece que han de depender de otras causas. En nuestros laboratorios, para obtener cristales regulares, es preciso que la concentracion de la disolucion esté en punto, y que el líquido no esperimente ninguna perturbacion de parte de los agentes esteriores; cuando asi no sucede todos los cristales se acumulan unos sobre otros, y resulta, ó bien una masa irregular, ó bien cristales ensanchados en este ú en el otro sentido. Para que los cristales ya formados continúen aumentándose de un modo regular, es necesario hacer que continúe la evaporacion con la conveniente rapidez: si el grado de concentracion queda estacionario, y sobre todo si el líquido atrae el agua de una atmósfera húmeda, se afectan los cristales formados: redondéanse sus aristas y sus ángulos, y se ponen rugosos en su superficie.

Configuraciones accidentales.

§. 61. *Tolvas.*—Llegamos ya á ciertas formas en que la tendencia de las moléculas materiales á reunirse geométricamente, se halla mas ó menos interrumpida por causas esteriores. Agrégase entonces la materia en configuraciones irregulares, que pueden considerarse como puramente accidentales respecto de las que acaban de ocuparnos.

Entre estas formas debemos contar las tolvas, *fig*. 318, porque si bien son debidas á la cristalizacion, puesto que se hallan formadas de cristales, el agrupamiento de estos es producido y regulado por otras circunstancias estrañas. Las tolvas son unas pirámides huecas, compuestas de diversas zonas de cristales, que van disminuyéndose sucesivamente

desde la base al vértice. Fórmanse principalmente en la superficie de las calderas de evaporacion en los talleres donde se preparan las sales en grande. Se vé aparecer al principio en la superficie del líquido un cristalito *a*, el cual se sumerge mas ó menos segun su peso específico, comparado con la densidad del líquido. La porcion de este cristal que se halla en la superficie se convierte en un centro, á cuyo derredor se forman otros cristalitos, que se colocan en forma de marco sobre los bordes del primero. La masa se hunde entonces mas, y se forma un nuevo marco, despues un tercero, un cuarto, etc. Finalmente, resulta la pirámide hueca de que hablamos, y cuyo ángulo depende de la densidad del líquido en que se ha formado.

Del mismo modo se forman ciertos cuernecillos calizos, *fig.* 319, en la superficie de las aguas cargadas de carbonato de cal, que se encuentran en cavidades subterráneas muy ventiladas.

§. 62. *Forma por agrupamiento. Riñones y mamelones cristalinos.*—Si los cristales se agrupan á veces de un modo regular, sucede tambien frecuentemente reunirse al azar ó por casualidad, y entonces producen masas redondeadas ovoideas, nudosas, tuberculosas, etc., *fig.* 320, cuya superficie está erizada de cristales, que se prolongan en lo interior, deformándose por efecto de su presion mútua, y que dan lugar á una estructura radiada. A veces se efectua el agrupamiento en la superficie de otros cuerpos, y entonces produce lo que se llama configuracion *mamelonada, cristalina.* Estos mamelones presentan algunas veces formas lenticulares, lo cual se verifica principalmente en el agrupamiento de ciertos cristales tubulares (sulfato de barita, prenita, etc.).

Los agrupamientos en bolas aisladas tienen probablemente por causa la resistencia de los medios en que la materia cristaliza. En efecto, cuando empapamos una materia térrea bastante ligera, de una disolucion salina concentrada, se forman ó cristales aislados, ó grupos esferoideos de cristales. Los grupos naturales se forman al pa-

recer de la misma manera, pues se los encuentra siempre aislados en materias térreas.

Dendritas. — Las dendritas son tambien unos agrupamientos irregulares de cristales (plata, cobre, etc.): hay algunas que se presentan en grupos salientes en todas direcciones, *fig.* 321; y otras en que los cristales estendidos por la superficie de los otros cuerpos forman un ligero relieve, como el hielo en la superficie de los vidrios durante el invierno.

Es probable que se formen de la misma manera ciertos dibujos dendríticos ó *herborizaciones*, ordinariamente negras ó amarillentas, que no tienen espesor perceptible, y que se encuentran las mas veces entre las hojas de diversas materias, ó en fisuras muy estrechas, cuyas partes llegan á desprenderse. Algunas veces penetran estas dendritas profundamente en la masa de los cuerpos, y entonces se les designa con el nombre de *dendritas profundas,* dando á las otras, por oposicion, el nombre de *dendritas superficiales.* Llámanse configuraciones *espiculares* ciertas variedades de dendritas formadas por cristales agudos, que pertenecen la mayor parte al grupo romboédrico.

Configuracion coralóidea.—Estas configuraciones tampoco son mas que dendritas de una nueva especie: son producidas por la reunion de cristalitos capilares, que se disponen y colocan como alrededor de un eje, de donde resultan unas especies de ramos redondeados, entrelazados de varios modos, y que tanto por su forma cuanto por la manera como se anastomosan, pueden compararse á las ramas del coral. Estas configuraciones, *fig.* 322, se forman por lo comun en las paredes laterales ó inferiores de las cavidades subterráneas.

Las configuraciones dendríticas suelen manifestarse en nuestros laboratorios por medio de la fusion y de la volatilizacion. En las disoluciones acuosas poco concentradas, y cuya evaporacion retarda una atmósfera húmeda, se ve á las sales encaramarse sobre las paredes de las vasijas por un efecto de la accion capilar, formando vegetaciones cristalinas

que se ramifican de diversos modos, principalmente cuando la sustancia, llegada al borde de la vasija, empieza á salirse fuera. Los cristales que entonces se producen son mas ó menos deformes, y sus agrupamientos se asemejan á las configuraciones coralóideas.

§. 63. *Resultado del movimiento de las aguas.*—El movimiento comunicado al líquido en el acto de consolidarse las materias que tiene en disolucion, destruye completamente la cristalizacion y produce formas que son independientes de ella: asi se verifica en las *estalácticas* y en las *pisólitas.*

Estalácticas.—La estaláctica es una masa configurada á manera de cono mas ó menos alargada, llena unas veces y otras hueca interiormente, y cuya superficie es lisa, ondeada ó tuberculosa. Se forma de arriba á abajo en la pared superior de las cavidades subterráneas por efecto de la rezumacion de las aguas cargadas de materias en disolucion. Las primeras gotitas *a* que llegan á la bóveda de la cavidad (*fig.* 223), dejan al evaporarse un anillito de materia sólida, que va aumentándose con las gotitas sucesivas, y forma en breve un tubo delgado. Las paredes de este tubo se cubren de nuevas materias á medida que pasa sobre ellas el líquido; pero el interior, cuyo espacio es limitado, se llena pronto, y solo se aumenta el esterior, principalmente en la parte de arriba, donde el líquido se deposita siempre primero antes de llegar mas abajo; y de aqui la forma cónica que presenta la masa pasado algun tiempo.

Como las gotas que caen de la estaláctica no estan enteramente privadas de partículas materiales, forman tambien en el suelo otro depósito que se llama *estalagmita*, y que aumentándose principalmente bajo la vertical, constituye una protuberancia que al fin llega á juntarse con la estaláctica; y de aqui la formacion de esas columnas que parecen colocadas espresamente para sostener la bóveda.

Las rezumaciones por las paredes laterales forman depósitos prominentes, aislados ó en forma de planos nudosos, festoneados y plegados de mil maneras, que parecen

ropages, en vista de cuya configuracion se les ha dado el nombre de *panniformes.*

Estos diferentes efectos se manifiestan en grande en las cavernas ó grutas de las montañas calizas, y atraen en todas partes la atencion de los curiosos.

Pisólitas.—Las pisólitas son unos glóbulos aislados, formados de capas concéntricas, producidos por las aguas cargadas de materias en disolucion y dotadas de un movimiento capaz de levantar de continuo los granos de arena depositados en el trayecto de su curso. Cada uno de estos granos se va cubriendo de películas sucesivas de la materia disuelta (*fig.* 324), y se aumenta tomando la forma esferóidea, hasta que haciéndose demasiado pesado para ser movido, cae al fondo del líquido, donde mas tarde se encuentra aglutinada toda la masa: este fenómeno se presenta habitualmente en las aguas de Vichy en Auvernia, en las de Karlsbad en Bohemia, en las de San Felipe de Toscana, etc. Cada pisólita suele tener por centro un grano de materia estraña; pero este grano inicial puede ser tambien una partícula de la misma sustancia préviamente formada.

Guijas ó cantos rodados.—El movimiento de las aguas produce tambien en las materias que estas arrancan de las montañas y arrastran en su curso, una especie de traqueo que las redondea; y de aqui el orígen de esos cantos rodados bajo cuya forma se presenta un gran número de sustancias: fenómeno que no debe confundirse ni con las pisólitas ni con los cristales redondeados de que hemos hablado (§. 159).

§. 64. *Resistencia de los medios.—Bombas volcánicas.*—La resistencia de los medios en que se consolidan las materias da tambien lugar á formas redondeadas, nudosas, tuberculosas, etc., y á veces capilares. Asi es como las materias volcánicas, corriendo por la pendiente de las montañas, forman por donde pasan unas especies de estalácticas y de escorias torneadas: las porciones de materias fundidas lanzadas al aire adquieren por el roce con este fluido formas redondeadas, á que se ha dado el nombre de *bombas volcá-*

nicas; y á veces, cuando se hallan en estado de fusion completa, se dividen en una multitud de filamentos capilares (vidrio capilar de la Isla de Borbon).

Riñones simples.—Las sustancias que se consolidan en medio de las materias blandas deben tambien á la resistencia de estas las configuraciones reniformes, de superficie lisa cuando la materia no cristaliza, y erizadas de cristales cuando posee esta propiedad. Obsérvase el primer caso en los *pederales de la creta,* por ejemplo; y el segundo en otras muchas materias, como en los agrupamientos en forma de bola que hemos citado (§. 64).

Géodas.—Los riñones de pedernal y de otras muchas materias son á veces huecos interiormente, y se las da el nombre de *géodas.* La cavidad suele estar tapizada de cristales ó de estalácticas, ó bien llena de materia pulverulenta, que al desecarse esperimenta á veces una retraccion que la separa de las paredes de la cavidad, en la cual puede moverse: dáse á estos riñones el nombre de *piedras de águila.*

§. 65. *Filamentos capilares.*—Si los cristales pueden hacerse capilares, alargándose considerablemente, hay tambien filamentos que no presentan regularidad alguna, y que se forman accidentalmente. Hállanse filamentos metálicos en las celdillas de ciertas escorias de nuestras fábricas, cuya existencia puede esplicarse fácilmente. Estas escorias son unas materias vítreas, que consolidándose mas pronto que los glóbulos metálicos líquidos que contienen, y disminuyéndose entonces de volúmen comprimen fuertemente el metal y le obligan á penetrar en las celdillas vacias inmediatas al través de los poros, que le dan la configuracion filamentosa. Es probable que los filamentos de plata y de cobre, de sulfuro de plata, etc., que se encuentran en el seno de la tierra, se hayan formado de este modo.

Una cosa semejante se verifica tambien por la via húmeda. Si se deposita una disolucion en una vasija porosa, se forman muy pronto en la superficie esterior una multitud de filamentos de la materia disuelta. En este caso se concibe que llega á cada uno de los poros una gotita líquida que al

evaporarse deposita una molécula de materia; otra gotita deposita una nueva molécula debajo de la primera, impeliendo á esta hácia adelante, etc., y de este modo se forma en poco tiempo un filamento que va haciéndose cada vez mas largo. Conócese que es por la parte inferior por donde este filamento se aumenta, dando de color á su estremidad tan luego como empieza á manifestarse. La sal marina, la piedra aliza, etc., nos ofrecen filamentos que evidentemente han sido producidos de este modo.

§. 66. *Formas por aglutinacion.*—Cuando un líquido cargado de materia en disolucion pasa por depósitos de materias movibles ó permanece en ellos, suele consolidar una porcion mas ó menos considerable de dichas materias, produciendo configuraciones estalácticas, reniformes, y aun las formas cristalinas propias de las sustancias que contiene. El mas bello ejemplo de este fenómeno es el que nos ofrecen las arenas que forman parte de las piedras areniscas de Fontainebleau ó de las cercanías de Apt en Provenza. Infiltrándose en éstas arenas unas aguas cargadas de carbonato de cal, las aglutinan de diversos modos, y frecuentemente bajo la forma de romboedros agudos, *fig.* 325, aislados algunas veces, y las mas agrupados unos sobre otros. Y lo que prueba que la configuracion es debida á esta sustancia, es que si por medio del ácido azótico se quita toda la cal, vuelve la arena á tomar la forma pulverulenta.

Muchas otras materias, como arcillas ferruginosas, óxidos de hierro y ciertas materias verdes, llamadas *cloritas*, han sido tambien muchas veces arrastradas por la cristalizacion de diversas sustancias que se han formado en medio de ellas; pero en estos casos lo mas frecuente es que domine la materia cristalina, mientras que en el ejemplo anterior la materia caliza no pasa á veces de veinte por ciento.

§. 67. *Formas por incrustacion.*—Las aguas cargadas de materias en disolucion suelen depositar sobre las plantas, los animales ó las piedras que se hallan en los puntos por donde pasan, una capa sólida mas ó menos densa, que con-

serva groseramente la forma esterior de estos objetos: sucede esto frecuentemente con las aguas que manan de las montañas calizas, y que estan cargadas de carbonato de cal. Muchas fuentes de Francia y de otras partes que se hallan inmediatas á los caminos, son célebres por esta circunstancia, y los naturales del pais colocan en ellas nidos de pájaros, canastillos de frutas, etc., que se incrustan muy pronto, y que venden á los curiosos bajo el nombre, sumamente impropio, de petrificaciones. De distinto modo se han utilizado estas aguas incrustantes en los baños de San Felipe, en Toscana, haciéndolas brotar sobre moldes hechos espresamente: la materia caliza de estas aguas, que es muy pura y blanca, se deposita en dichos moldes, toma su configuracion, y presenta unos bajos-relieves de verdadero mármol.

Hállanse tambien con frecuencia incrustaciones puramente cristalinas, que consisten en unos cristalitos simétricamente colocados en la superficie de otros cuerpos cristalizados, que cubren en su totalidad. Sucede á veces que estos cuerpos desaparecen accidentalmente, y no quedan mas que armazones huecas formadas por la materia que las incrustó.

§. 68. *Formas moldeadas.*—En gran número de casos las formas que presentan las materias brutas resultan de amoldarse estas en cavidades preexistentes. Unas veces són estas cavidades producidas por la destruccion de ciertos cristales, y se llenan mas tarde de materias estrañas, que ofrecen entonces la configuracion regular de otros minerales; otras son unas celdillas redondeadas, llenas totalmente ó en parte de esta ó la otra materia, que presentan tambien las configuraciones reniformes, amigdalóideas, etc.; otras, en fin, son las cavidades de los cuerpos organizados sepultados en el seno de la tierra, tales como diversas especies de conchas *fig.* 326 á 329, equinidos, *fig.* 330, etc.

§. 69. *Epigenia.*—Hay tambien formas que resultan de la sustitucion de una sustancia por otra mediante una operacion química, á que se da mas particularmente el nombre de *epigenia.* Ciertos hechos que vemos en los usos ordinarios, y otros que podemos producir en nuestros labo-

laboratorios, nos dan idea de los que nos ofrece la naturaleza, aunque aqui el principio real suele sernos desconocido: las monedas de plata, por ejemplo, que han permanecido mucho tiempo en los comunes, se convierten en sulfuro de plata, sin haber perdido su forma; un cristal de carbonato ó de acetato de plomo, espuesto por cierto tiempo en una atmósfera de hidrógeno sulfurado, se halla convertido en sulfuro de plomo, que conserva la forma primitiva; un cristal de sulfato de potasa, colocado en greda un poco húmeda, se convierte en sulfato de cal, etc.

En la naturaleza se verifican fenómenos análogos: cristales de carbonato, de sulfato ó de fosfato de plomo se convierten en sulfuro sin perder su forma; cristales de óxido de cobre se convierten en carbonato verde; cristales de sulfuro de hierro en peróxido hidratado; cristales de carbonato y de sulfato de cal, en sílice, etc.; de modo, que en virtud de esta trasformacion, gran número de sustancias presentan formas que no les pertenecen.

Verdaderas petrificaciones. — Sin duda por sustituciones análogas las conchas y las madréperas, que son de naturaleza caliza, ciertos animales blandos, y maderas de diversas especies, se convierten en sílice en el seno de la tierra. La materia presenta entonces, no solo la forma del cuerpo, sino tambien todo su tejido interior hasta en sus partes mas delicadas; de modo que las maderas, por ejemplo, conservan toda la estructura leñosa, en términos, que á la simple vista parecen hallarse en su estado natural: hé aqui lo que distingue la verdadera petrificacion, de las materias incrustadas ó amoldadas, á que se ha dado impropiamente este nombre (§. 67 y 68).

§. 70. *Formas por retraccion.*—Todos saben que las materias pastosas se hienden al desecarse en todas direcciones, lo cual es un efecto de la retraccion de las partículas sobre sí mismas, conforme vá evaporándose el agua. Un gran número de materias ofrecen el mismo resultado cuando se las espone al fuego, y las sustancias fundidas, poco conductoras del calórico, producen el mismo efecto al enfriarse.

Hállanse muchos ejemplos de semejantes fenómenos entre las materias naturales, que se dividen á veces en grande escala (véanse los basaltos en la geología) en partes poliédricas de diversas formas; hay entre estas unas especies de paralelipípedos rectos ú oblícuos, *fig.* 331 y 332, prismas triangulares, pentágonos, hexágonos, etc., *fig.* 333, pirámides triangulares, cuadrangulares, etc., *fig.* 334, que se reunen á veces hácia un centro, de donde parece haber partido la retraccion *fig.* 335.

Estas retracciones, efectuadas en ciertas especies de riñones térreos, son las que han producido lo que se llama *ludus helmontii fig.* 336. Los vacios ocasionados por las hendiduras ó grietas se hallan entonces llenos de una materia estraña mas ó menos dura, que suele sobresalir por efecto de la destruccion ó del desgaste de la materia fundamental. Otras veces se halla que ha desaparecido la materia primera, y que se queda sola la que se habia depositado en las hendiduras, presentando una masa celular semejante á un panal de miel.

ESTRUCTURA DE LOS CUERPOS BRUTOS.

§. 71. Asi como hay dos especies de formas, hay tambien dos especies de estructuras: una *estructura regular poliédrica*, y una *estructura irregular ó accidental.*

§. 72. *Esfoliacion (clivage).*—La estructura regular se descubre quebrando ciertos cristales, por cuyo medio se ve, que cada fracmento presenta un pequeño poliedro, y hasta el mismo polvo de estos cuerpos, examinado con el microscopio, es un conjunto de pequeños sólidos terminados con regularidad. Asi es que la sal comun se quiebra en pequeños cubos; que el fluor y el diamante se quiebran en octaedros; que el sulfato de barita y el topacio se quiebran en prismas romboidales; que la cal cristalizada, el rubí y el záfiro, se quiebran en romboedros, etc. Estas divisiones naturales de los cuerpos se designan generalmente con

el nombre de esfoliacion (en francés *clivage*, del aleman *kloben*, hendir *madera*).

Sin embargo, no todos los cuerpos brutos cristalizados tienen esta propiedad; hay muchos que no se quiebran nunca sino en fracmentos irregulares, como el cristal de roca, el granate, la esmeralda, etc. En otros no tiene lugar la esfoliacion mas que en dos direcciones, y á veces solo en una, y por consiguiente no hay sólido determinado. Tambien sucede á veces, que las esfoliaciones no se manifiestan sino por ciertas líneas brillantes que se perciben en lo interior del cristal.

La observacion de las esfoliaciones es sumamente útil para distinguir los diferentes cuerpos que pertenecen á un mismo sistema de cristalizacion. De este modo el diamante, tan caracterizado por otra parte, no podrá confundirse con la sal comun, no obstante cristalizar en el mismo sistema. Con mayor razon podrán distinguirse las sustancias de sistemas diferentes cuando las formas esteriores se hallen desfiguradas ó destruidas por efecto de cualquiera circunstancia.

§. 73. *Núcleo central de los cristales.*—No dejaremos de indicar un modo particular de esfoliacion que ha suscitado en Haüy la idea de un núcleo central en los diferentes cristales que puede presentar un mismo cuerpo. En un cristal cúbico de fluor, por ejemplo, se ve que puede esfoliarse en cada uno de los ocho ángulos sólidos, de donde puede separarse con un cuchillo una pequeña pirámide: en este sitio aparece una cara triangular *fig.* 337, pudiéndose ir quitando despues sucesivamente láminas paralelas á estos pequeños planos, hasta que se llega á formar un octaedro que se halla como colocado en el centro del cristal.

Si, por el contrario, se toma un octaedro de galena, se nota que puede esfoliarse en los seis ángulos sólidos (figura 338), y que igualmente pueden quitarse láminas sucesivas en cada ángulo, hasta que en breve se viene á parar á un cubo, que, situado en el centro del cristal, parece haberle servido de núcleo. Los escalenoedros de carbonato de cal

(piedra caliza) presentan tres esfoliaciones en su vértice *fig.* 339, y quitando láminas en estas tres direcciones, se llega á un romboedro central que parece haber servido de base á la cristalizacion. Todos los cristales esfoliables presentan fenómenos análogos.

En virtud de estas observaciones concibió Haüy la idea de que en cada sustancia existia una *forma primitiva* ó *núcleo,* y la de esplicar la existencia de todas las demas, que ha llamado *secundarias,* por la aplicacion de diversas láminas decrecentes sobre la primera, del mismo modo precisamente que pueden las láminas irse separando unas despues de otras.

§. 74. *Determinacion de las formas primitivas.*—De lo dicho se infiere, que la eleccion de la forma-tipo ó primitiva, que debe representar toda la cristalizacion de una sustancia (§. 43), no es indiferente. Es natural adoptar el sólido de esfoliacion en las sustancias que poseen esta propiedad; pero en los cuerpos que no se esfolian deberá elegirse en general la forma que domina en los cristales de que se tiene conocimiento. En su consecuencia, deberá tomarse para el alumbre el octoedro regular, por ser la forma generalmente marcada en la cristalizacion; mientras que, por la misma razon, deberá tomarse el dodecaedro romboidal para el granate, etc.

Dimensiones de la forma.—Una vez elegida la forma primitiva, es preciso determinar su especie, si es que no pertenece á los sólidos regulares. Esta determinacion se funda en las relaciones de posicion que los diferentes planos de un mismo órden pueden tener entre sí en una misma sustancia. En la idocrasa, por ejemplo, que pertenece al prisma cuadrado, las caras que modifican las aristas superiores forman sucesivamente con la base ángulos de 160° 6', de 142°, de 46', de 124, 30', etc. En el óxido de estaño, que es del mismo sistema, las caras análogas presentan ángulos de 150° 34', de 136° 30', de 97° 40', muy diferentes de los primeros.

Sea ahora *abcdef, fig.* 340, el corte longitudinal del pris-

ma cuadrado modificado en las aristas de las bases: *ab* será uno de los planos modificantes, cuyas inclinaciones sobre la base *af* acabamos de indicar. Tiremos la vertical *ah* y la horizontal *bh*, y formaremos un triángulo cuyo ángulo en *a* tendrá por medida la inclinacion dada menos 90°. En el primer caso el ángulo *bah* vale 76° 6′, y *abh* queda por lo mismo de 13° 54′. Pero siendo los senos de los ángulos como los lados opuestos, se tiene:

Seno *bah* (70° 6'): seno *abh* (13° 54′) :: *bh*: *ab*.

Si se buscan los logaritmos de estos senos 9,987.092 y 9,380,624, y despues los números correspondientes 9,707 y 2,402, se tendrá la relacion numérica *bh*: *ah* :: 9,707: 2,402, ó con corta diferencia :: 12 : 3.

La segunda inclinacion dada, con la disminucion de 90°, suministra para *bah* 52° 48′, y para *abh* 37° 12′: de donde se saca *bh*: *ah* :: 7,965: 6,046 :: 4 : 3.

La tercera inclinacion da *bh*: *ah* :: 5,664: 8,241 :: 4: 6.

Los planos de modificacion se fijan por medio de estas relaciones de líneas tan bien como por los ángulos, y de un modo que se presta mejor á la comparacion.

Se ve que las longitudes *bh* y *ah* que son 12 y 3, 4 y 3, 4 y 6, estan ligadas entre sí numéricamente, y que si se toma una de las relaciones por punto de partida, 4 á 3 por ejemplo, las otras se han de simplificar. Puede considerarse 4 á 3 como la relacion de la base á la altura de la molécula prismática, diciendo que el plano cuya inclinacion sobre la base es de 142° 46′, está determinado por 1 molécula en anchura y 1 molécula en altura; que el plano que forma con la base 166° 6′ está determinado por 3 moléculas en anchura y 1 molécula en altura, y el que forma con la base 124° 30' está determinado por una molécula en anchura y 2 en altura.

Por consiguiente, la relacion 4 á 3 entre la base y la altura de la molécula, caracteriza el prisma cuadrado de la idocrasa.

Si tomamos las inclinaciones dadas por el óxido de estaño, hallaremos para las relaciones sucesivas de *bh* á *ah* las espresiones ó fórmulas siguientes:

$$bh : ah :: 9{,}430 : 3{,}327 :: 11\times43 : 4\times41$$
$$bh : ah :: 7{,}203 : 6{,}883 :: 43 : 41$$
$$bh : ah :: 1{,}334 : 9{,}910 :: 43 : 8\times41$$

Por consiguiente, el prisma del óxido de estaño estaria caracterizado, y se distinguiria del primero, por la relacion 43 á 41, que seria la de la base á la altura.

Nos limitaremas á estas observaciones, que bastan para hacer ver cómo debe procederse para determinar las dimensiones de las demas formas.

§. 75. *Signos de las formas secundarias.*—Para completar la idea de la cristalizacion de una sustancia, no se necesita mas que indicar las leyes en cuya virtud se colocan los diferentes planos de modificacion, y de donde resultan todas las formas secundarias. Para esto basta dar las relaciones de las líneas con que pueden fijarse estos planos: por ejemplo, habiendo establecido para la idocrasa un prisma cuadrado cuya base está con la altura en la relacion de 4 á 3, se añadirá que, para uno de los planos de modificacion, las líneas de posicion son de 1 altura de molécula y 1 anchura; para otro, 1 altura y 3 anchuras; para otro, 2 alturas y 1 anchura, etc.

Para espresarse mas fácilmente, se designa cada especie de parte de la forma primitiva con una letra particular, como *fig.* 341, y se coloca la relacion como esponente sobre la letra. Asi es que, en el caso presente, indicariamos los diferentes planos que se producen en las aristas B con los signos $B^{\frac{1}{3}}$, $B^{\frac{1}{1}}$, $B^{\frac{1}{2}}$, etc., conviniendo en que el numerador espresa siempre la altura. Tambien puede suprimirse el denominador cuando lo es la unidad, y escribir mas sencillamente todavía $B^{\frac{1}{3}}$, B^{1}, B^{2}, etc.; indicando de un modo análogo las modificaciones en las otras aristas y en los ángulos sólidos.

Para el óxido de estaño, en que la base está con la al-

tura en la relacion de 43 á 41, la espresion de las diferentes leyes de modificacion en las aristas de las bases serian los signos B $\frac{4}{11}$, B^1, B^8, etc.

Comparando estos signos, se echa de ver fácilmente que las leyes que rigen en las modificaciones de una de las sustancias no son las mismas que rigen en las modificaciones de la otra.

Desde luego se echa de ver que, establecidas de este modo las leyes de las modificaciones que se conocen en una sustancia, se pueden concebir teóricamente todas las intermedias, y calcular de antemano las inclinaciones de las caras que pueden encontrarse.

§. 76. *Estructura por agrupamiento regular.*—Ademas de la esfoliacion, debe admitirse en los cristales otra forma de estructura, que consiste en una agregacion regular de cristales mas pequeños. Con efecto, en los agrupamientos que hemos indicado (§. 50), puede existir por una parte la esfoliacion en cada uno de los cristales componentes, y por otra una estructura particular, que resulta de sus formas, y del modo como estan agregados para componer un todo regular. Esta última estructura, imperceptible á la vista las mas de las veces, se manifiesta por los fenómenos ópticos de que hablaremos en breve.

§. 77. *Estructura por acrecentamiento regular.*—Hemos hecho ver que los cristales suelen aumentarse despues de su primera formacion (§. 3), ya conservando su forma primitiva, *fig.* 342 y 343, ya variándola sucesivamente, como *fig.* 344, donde se ve primero un octaedro, despues un cubo, y despues un dodecaedro, que á su vez está tambien envuelto en un cubo. En la naturaleza hallamos frecuentemente fenómenos de esta especie, y se observan tambien en los laboratorios, donde se obtienen los acrecentamientos sin variacion de formas, conservando constantemente una misma especie de disolucion salina, y los otros haciendo variar la naturaleza del líquido en que se verifica la cristalizacion.

Estas circunstancias dan lugar á estructuras particula-

res, muy complicadas á veces, en lo interior de los cristales. En ocasiones pueden desencajarse unos de otros los diversos acrecentamientos ó agregaciones, cuando se rompe la masa, como fig. 343, que es lo que se observa en el cuarzo, en el fluor, etc., y lo que con un poco de cuidado puede obtenerse en el alumbre, frotando las superficies de los cristales con un cuerpo grasiento en las diversas épocas de su acrecentamiento. Es frecuente hallar las diversas capas distantes una de otra, como se ve tambien en el cuarzo, y como se verifica en el nitro, el sulfato de sosa, etc., cuando sus cristales se forman rápidamente en una disolucion muy concentrada; en cuyo caso el intervalo de las capas está lleno del líquido.

§. 78. *Estructura irregular, por agregacion.*—Si agrupándose los cristales por las caras homólogas producen una estructura regular en la masa que componen, no sucede asi cuando se hallan mezclados y confundidos unos con otros, en cuyo caso la masa no puede menos de tener una estructura irregular, como lo es la reunion de aquellos; pero aqui hay que hacer muchas distinciones.

1.º *Estructura hojosa ó escamosa, ó formada de láminas.*— Si los cristales son esfoliables, presenta la masa en su fractura una multitud de pequeños planos dirigidos en todos sentidos, y que pueden reconocerse por su brillo; en cuyo caso la *estructura* es *laminal,* componiéndose de grandes ó pequeñas láminas, como en el marmol estatuario. Algunas veces estan las masas formadas de pajitas poco adheridas unas á otras, y que suelen quedarse en los dedos cuando se las toca, como se observa en el sulfato de cal *niviforme;* en ciertas variedades de hierro oligisto, en las materias llamadas *cloritas,* etc.

2.º *Estructura granosa.*—Si los cristales acumulados no son esfoliables, presenta la masa la *estructura granosa;* de grandes ó pequeños granos. Pero estos granos unas veces son verdaderos cristales desfigurados por efecto de sus presiones mútuas, y otras granos de arena ó cantos rodados aglutinados entre sí; y de aqui la distincion de las estruc-

turas granosas en cristalinas y arenosas; siendo esta última la que se observa en las piedras areniscas.

3.º *Estructura dendrítica.*—En las agregaciones confusas sucede á veces, que los cristales componen grupos dendríticos mezclados unos con otros, reconociéndose mas ó menos estos grupos en la masa, la cual ofrece entonces una *estructura dendrítica.* Se han distinguido con determinados epitetos diversas variedades, que dependen de la disposicion de las dendritas, como en *forma de palma, de red, costura,* etc., *fig.* 345 á 348. La *galena*, el *bismuto,* el *cobalto gris*, las *micas*, etc., nos ofrecen de esto preciosos ejemplos.

4.º *Estructura fibrosa.*—Cuando los cristales largos y delgados se agrupan en el sentido de su longitud, producen estructuras bacilares y fibrosas; pero esta última resulta las mas veces de la produccion de los filamentos capilares de que hemos hablado, §. 65. Las sustancias que la presentan se encuentran en las grietas de grandes masas de materia, y sus fibras, paralelas todas entre sí, son perpendiculares á la pared de donde salen, y ván á reunirse en la parte media de la hendidura, formando al encontrarse un plano de union mas ó menos irregular.

Los cristales bacilares ó capilares suelen ser divergentes, como lo manifiestan las configuraciones esferóideas ó mamelonadas, en que todos se dirigen al centro y las estalácticas, en que todos se encaminan al age. Los filamentos capilares tambien estan á veces entrelazados ó inclinados de varios modos, como se ve principalmente en las masas coralóideas, §. 62.

Asbesto, amianto.—Los filamentos capilares tienen á veces poca adherencia entre sí, y se desprenden fácilmente unos de otros, produciendo masas suaves, sedosas, flexibles ó coposas. Tales son las materias que se han designado con los nombres de *asbesto* y de *amianto*; pero no se crea que tenga siempre este carácter una sola é idéntica sustancia, puesto que un gran número de materias petrosas, vítreas y metálicas presentan iguales fenómenos.

5.º *Estructura esquistosa.*—Sucede frecuentemente, que

os cristales formados de hojuelas delgadas, ó las pagias de mica, se depositan de plano unos sobre otros, ó bien que se les agregan en el sentido de su longitud cristalitos apilares, formando masas mas ó menos considerables. Esas masas se dividen entonces por el plano de las hojas fibras en hojitas mas ó menos gruesas, como se ve en as diversas especies de pizarra, que no son mas que unas euniones de pagitas colocadas de plano, ó en diversas especies de gres y de arcillas, que contienen lechos delgados e semejantes pagillas. Se ha designado esta estructura con l nombre de estructura esquistosa, y las sustancias que la resentan suelen tomar el nombre de *esquisto* (σχιστος, fácil e hendir).

6.º *Estructura compacta.*—Llámanse compactas aquellas ustancias en que no se distingue á simple vista ninguna especie de estructura. Esta circunstancia suele provenir de na suma atenuacion de los cristales, de los granos ó de las ibras que se han agregado, y entonces forma el paso á las ariedades hojosas, granosas, etc. En otros casos es de difeente naturaleza, no reconociéndose en la masa, ni aun con l microscopio, parte alguna distinta, como sucede en el vidrio, en el cristal de roca, etc. Otras veces pasan las maerias compactas á variedades térreas ó gelatinosas; circunsancia que debe distinguirse tambien de las dos precedentes.

§. 79. *Estructura irregular de acrecentamiento.*—El acreentamiento no solo se manifiesta en los cristales, donde roduce una estructura irregular poliédrica, sino que tiene gualmente lugar en las pisolitas, en las configuraciones reiformes no cristalinas, donde determina una estructura eseróidea; en las estalactitas, en que la estructura es cilínrica ó cónica; en las estalagmitas y en los depósitos que as aguas forman en varios puntos, donde es ondeada de liversas maneras. Esta estructura suele manifestarse indeendientemente de las estructuras hojosas, fibrosas, etc., que se distinguen al mismo tiempo en los cuerpos.

§. 80. *Estructura por retraccion.*—Como la retraccion ocaiona divisiones en las masas minerales, produce en ellas

estructuras hojosas y fibrosas; dá á veces lugar á estructuras esquistosas mas ó menos distintas, ó á divisiones en capas concéntricas, semejantes á las estructuras de acrecentamiento que se observan en los riñones.

§. 81. *Estructura moldeada.*—Las grietas y las hendiduras producidas por la retraccion, se llenan de materias estrañas, que presentan estructuras tabicadas en todos sentidos, y una multitud de cavidades mas ó menos irregulares: asi se observa en ciertos ludus, §. 70, en que la materia que llena la cavidad presenta la forma de panales cuando desaparece la parte térrea en que se habia infiltrado; y tambien en ciertas variedades de cuarzo, á que se ha dado el nombre de *cuarzo picado.*

§. 82. *Estructura celular, porosa, etc.* — Las sustancias gaseosas que atraviesan las materias fundidas ó pastosas, producen en ellas células, ya redondeadas, ya cortadas y abiertas unas en otras, ó bien poros mas ó menos numerosos, como se observa en las escorias y las materias volcánicas. Los poros ó las células suelen alargarse en la direccion del movimiento de la masa fundida, y de aqui resulta una especie de estructura fibrosa, que se observa principalmente en la piedra pomez.

Algunos depósitos calizos estan como acribillados de unas especies de tubos verticales, que parecen provenir de gases producidos por la descomposicion de materias orgánicas situadas debajo de ellos.

Tambien se produce algunas veces una especie de estructura celular ó porosa por efecto de la descomposicion de ciertos cristales, ó pequeños riñones, que dejan su molde en hueco en las masas donde estaban contenidos, como suele suceder á consecuencia de la destruccion de los cristales y de los riñones de pirita.

§. 83. *Estructura orgánica.*—Hemos dicho, que en las verdaderas petrificaciones todo el tejido orgánico se encuentra perfectamente conservado; de donde resultan estructuras que pertenecen á los cuerpos organizados, como las maderas, madréporas, ciertos animales blandos, etc.

Hay tambien estructuras en forma tubular ó de tubos, que dependen, ya de restos órgánicos que afectaban esta forma, ya de cuerpos cilíndricos, que dejaron sus moldes en las materias minerales.

Debe notarse, en fin, que las piedras calizas se hallan á veces agujereadas por ciertos moluscos, y ofrecen con este motivo una estructura celular puramente accidental; circunstancia que no solo se presenta en las canteras de cal del litoral de nuestros mares, sino en las que se hallan en lo interior de las tierras, las cuales por consiguiente han debido ser bañadas en otro tiempo por las aguas del Océano.

DE LA FRACTURA.

§. 84. Las estructuras que acabamos de describir han sido á veces espresadas con el nombre de fracturas, en razon de ser este el modo como se manifiestan y caracterizan; por eso suele decirse que tal cuerpo tiene la fractura porosa ó en forma de láminas, granosa, fibrosa, compacta, etc.; pero la estructura compacta nos ofrece en la fractura algunas variaciones, que no será inútil indicar.

Fractura conoidea y conchoidea.—Cuando se golpea en una materia compacta, homogénea, produce el choque interiormente un cono mas ó menos obtuso, como puede verse, por ejemplo, en una bola de agata dejándola caer sobre un cuerpo duro. Cuando el golpe es bastante fuerte, se desprenden fracmentos, que presentan en hueco el molde del pezoncillo conoideo puesto al descubierto; y como estos moldes tienen cierta semejanza con el interior de una concha bivalva, se dice que la fractura es *conchoidea*. Esta fractura es mas ó menos hueca, mas ó menos aplanada, segun la especie de materia, y puede servir para distinguir esta de las demas.

Hay tambien ciertas sustancias compactas, que ofrecen en su fractura un número mas ó menos considerable de esquirlas, fáciles de desprender; en este caso se dice que la

fractura es *astillosa*, y esta circunstancia puede tambien dar lugar á algunas distinciones. Finalmente, hay sustancias compactas cuya fractura es lisa y plana; y este es el carácter, por ejemplo, de las mejores piedras litográficas.

PROPIEDADES ÓPTICAS DE LOS MINERALES.

§. 85. Entre las propiedades ópticas de los minerales, las mas importantes son la refraccion, simple ó doble, la palarizacion por reflexion, el policroismo, el asterismo y los colores propios ó accidentales. Algunas de estas propiedades parecen ser inherentes á la naturaleza del cuerpo, pero las mas dependen de la disposicion de sus partículas, y suelen servir para descubrir esta disposicion.

REFRACCION SIMPLE.

§. 86. *Definicion, resultado.*—Siempre que un rayo de luz *a b* ó *c b*, *fig.* 349, pasa oblícuamente de un cuerpo á otro, se desvia de su direccion, y como que se quiebra (*refrangitur*) en la union de los dos medios, y de aqui la espresion de *refraccion* con que se designa el fenómeno. La refraccion es *simple* cuando el rayo permanece simple, asi en un medio como en otro, y es doble cuando se divide en dos por la accion de alguno de los cuerpos.

Llámanse *ángulos de incidencia y de refraccion,* los que el rayo luminoso forma con la normal *m n* en el punto de incidencia antes y despues de la refraccion. La observacion hace ver, que los senos de estos ángulos guardan una relacion constante entre dos sustancias determinadas, y que, por el contrario, varian cuando á una de las sustancias refringentes se sustituye otra: asi sucede con el aire atmosférico en que estamos constantemente sumergidos: hay constancia de relacion relativamente á una sustancia determinada, y variacion respecto de todas las demas. Esta relacion constante respecto de cada sustancia se llama *índice de refraccion.*

Aplicaciones.—La observacion del índice de refraccion es importante en el estudio de los cuerpos brutos, por cuanto sirve para distinguir claramente estos cuerpos unos de otros, por lo menos cuando estan puros de toda mezcla mecánica, capaz de alterar el curso libre de los rayos, y cuando se hallan en estados de cristalizacion comparable. Efectivamente, pueden distinguirse por este medio con facilidad las sustancias siguientes:

Nombres de las sustancias.		Indices de refraccion.
Diamante.		2,439 2,755.
Azufre.		2,115.
Zirconio.		1,950.
Granate.		1,815.
Rubí espinela.		1,812.
Záfiro azul.		1,794.
Rubí oriental.		1,779.
Záfiro blanco.		1,768.
Feldspato.		1,764.
Cimofana (crisólita oriental).		1,760.
Cal cristalizada.	rayo ordinario.	1,654.
	rayo estraordinario.	1,483.
Aragonita.	uno de los rayos.	1,693.
	el otro.	1,535.
Sulfato de barita.	uno de los rayos.	1,635.
	el otro.	1,620.
Topacio amarillo.	uno de los rayos.	1,640.
	el otro.	1,632.
Topacio blanco.		1,610.
Cuarzo.	rayo ordinario.	1,548.
	rayo estraordinario.	1,558.
Sal comun.		1,557.
Calcedonia.		1,553.
Sulfato de cal (piedra de yeso).		1,525.
Opalo.		1,479.

Borax. . . . . 1,475.
Alumbre. . . . . 1,457.
Fluor. . . . . 1,436.

Los colores que accidentalmente pueden presentar las sustancias inducen siempre alguna diferencia en el índice de refraccion, y generalmente le elevan. Efectivamente, se ve que el zafiro blanco tiene por índice 1,768, el zafiro azul 1,794, y el rubí oriental, que es de la misma naturaleza, 1,779; el topacio blanco tiene por índice de refraccion 1,610, y el topacio amarillo 1,632.

Tambien puede notarse, como ya lo indicamos, §. 46, que el índice de refraccion no es el mismo cuando la sustancia cristaliza en dos sistemas diferentes: asi es que el calizo cristalizado romboédrico tiene por índices 1,654 y 1,483, mientras que la aragonita presenta 1,693 y 1,535. Por lo dicho se ve, que la refraccion no depende solamente de la naturaleza de las sustancias, sino tambien de la disposicion de sus partículas.

§. 87. *Medio de determinacion.*—Entre los diferentes medios que pueden emplearse para determinar el ángulo de refraccion, el mas sencillo consiste en hacer tallar la sustancia en forma de prisma (ó en tomar un cristal trasparente y de caras lisas); medir la incidencia de las dos caras, y buscar lo que se llama el desvio mínimo del rayo que atraviesa este cuerpo; es decir, el ángulo mínimo que la imágen refractada puede formar con la imágen directa. Por medio de estos datos se obtiene la relacion buscada; porque se demuestra, siendo α el ángulo del prisma y Δ el ángulo de desvio mínimo, que el índice de refraccion está representado por la fórmula.

$$\frac{\text{seno } \frac{1}{2}(\alpha + \Delta)}{\text{seno } \frac{1}{2}\alpha}.$$

El goniómetro de M. Babinet, por medio del cual puede

obtenerse el ángulo del prisma, §. 10, sirve tambien para medir el desvío mínimo. Para esto, colocado el prisma sobre el sustentáculo central, se lleva el anteojo movible *b*, *fig.* 350, á derecha ó á izquierda de la direccion del anteojo fijo *a*, y haciendo girar el mango, se obtiene en breve una imágen del espectro solar debida al hilo vertical del anteojo. Girando entonces poco á poco en uno ú otro sentido, se ve generalmente salir el espectro del anteojo por uno ó por otro lado.

Aproximando entonces el anteojo *b* á la direccion de *a*, y girando al mismo tiempo el mango para no perder de vista el espectro, se llega despues de algunos tanteos á una posicion tal, que los dos movimientos contrarios dan un espectro que se separa siempre en un mismo sentido, y este es el espectro del desvío mínimo.

Llegada la observacion á este término, se elegirá un punto del espectro: por ejemplo, la línea de demarcacion del verde con el rojo; se reducirá el punto donde se cruzan los hilos á esta línea de demarcacion y se anotará el ángulo indicado.

Se llevará entonces el anteojo movible al lado opuesto al de la direccion del anteojo *a*, se buscará del mismo modo el espectro-límite, y se reducirá el punto de entrecruzamiento de los hilos á la misma línea de demarcacion del verde con el rojo. Entonces se obtendrá entre las dos estaciones un ángulo, cuya mitad es el ángulo del desvío mínimo.

REFRACCION DOBLE.

§. 88. *Esposicion del fenómeno.*—Hay sustancias en que el rayo de luz incidente no solo se refracta, sino que tambien se divide en dos rayos distintos, es decir, que cuando se mira un objeto á través de uno de estos cuerpos, se le ve generalmente doble, como puede observarse muy fácilmente, por ejemplo, con un romboedro de carbonato de cal trasparente (vulgo spato de Islandia), y con otras muchas sustancias cuando estan convenientemente talladas.

Aplicaciones.—Todas las observaciones hacen ver, que

los cuerpos que tienen la refraccion simple estan, ó privados de cristalizacion, ó bien cristalizados en el sistema cúbico. Los que tienen la refraccion doble estan, por el contrario, todos cristalizados, y pertenecen á los otros sistemas.

Este primer hecho da lugar á distinguir muchas sustancias, aun cuando esten privadas de los caractéres esteriores que sirven ordinariamente para darlas á conocer, como cuando estan en fracmentos ó cuando estan talladas. No podrá confundirse nunca, por ejemplo, el vidrio con el cristal de roca, el rubí espinela con el rubí oriental, el granate con el circon, etc.; porque los primeros cuerpos de cada ejemplo dan la refraccion simple, y los segundos la refraccion doble. Los primeros son, por consiguiente, cuerpos no cristalizados (el vidrio), ó que pertenecen al sistema cúbico (la espinela y el granate); los segundos, por el contrario, cuerpos cristalizados que pertenecen á alguno de los otros sistemas.

§. 89. *Medio de observacion.*—Para reconocer si una sustancia posee ó no la doble refraccion, no hay mas que colocar un pedazo de ella entre dos láminas de turmalina, talladas paralelamente al eje de cristalizacion y cruzadas en ángulo recto, como *fig.* 351. Para esto hay unas pinzas elásticas, *fig.* 352, que tienen en los estremos unas especies de abrazaderas, donde se encajan las láminas de turmalina, y que pueden girar fácilmente una sobre otra; la pieza que va á examinarse colocada entre estas láminas, se sostiene naturalmente por efecto del resorte.

Si la sustancia tiene la refraccion simple, los puntos *a b c d*, donde las láminas se cruzan, oscuros naturalmente, no dejan pasar luz alguna; si, por el contrario, la sustancia posee la doble refraccion, estos puntos se iluminan.

Para comprender lo que sucede en esta operacion, es preciso saber, que al atravesar la luz una sustancia dotada de la doble refraccion, adquiere una propiedad particular, que se ha llamado *polarizacion*. Esta propiedad consiste en que un rayo modificado de este modo reusa mas ó menos

penetrar por un cierto lado en un cuerpo diáfano reflejante, mientras que por el otro lado penetra en él con facilidad. Los dos rayos obtenidos por un cuerpo doblemente refringente estan por lo comun polarizados en sentido inverso.

La turmalina, sustancia de doble refraccion cuando está tallada paralelamente al eje en piezas de un grosor suficiente, posee, como otras muchas materias, la propiedad de estinguir uno de los rayos y de dejar pasar el otro, el cual queda entonces polarizado en cierto sentido, segun la posicion de la lámina por donde ha atravesado. Este rayo no puede entonces pasar á una lámina de la misma sustancia cuyo eje esté en sentido inverso, y hay por consiguiente oscuridad en los puntos de entrecruzamiento.

Ahora bien, una sustancia que solo tiene la refraccion simple, no altera en nada el sistema cuando se la coloca entre las dos láminas de turmalina; pero una sustancia birefringente obliga por lo general al rayo polarizado por la primera turmalina á dividirse en dos hacecillos, uno de los cuales, polarizado en sentido inverso del primero, puede atravesar la turmalina vuelta hácia el ojo del observador.

Si el fracmento es irregular ó la materia está tallada en forma de facetas, puede quedar alguna duda sobre la doble refringencia del cuerpo, en cuyo caso conviene engastar la piedra en una tableta de corcho, *fig.* 353, y encolar despues un pedazo de vidrio en cada una de las superficies con trementina espesa que llene los vacíos, y en esta disposicion se coloca el aparato entre las piezas ó láminas de turmalina.

Observacion. — De que una sustancia deje pasar la luz por entre las láminas cruzadas de turmalina, no debe en rigor deducirse, que esté cristalizada regularmente y que no pertenezca al sistema cúbico. El vidrio, por ejemplo, que no está cristalizado, adquiere por medio del temple (1)

(1) Se templa el vidrio, esto es, se hace tomar á sus moléculas una especie de colocacion que tiende á la regularidad cristalina, calentándolo y haciéndolo enfriar rápidamente.

la propiedad de despolarizar el rayo que atravesó la primera turmalina, y por consiguiente dispone una parte de él á pasar á la segunda. Ciertos cuerpos del sistema cúbico, ciertos diamantes, por ejemplo, producen un resultado semejante, lo cual se considera tambien como efecto de cierta colocacion forzada de las moléculas, de una especie de temple. Las observaciones que vamos á hacer nos garantizarán de estos errores.

§. 90. *Líneas neutras ó ejes*. — El fenómeno de doble refraccion en una sustancia determinada, no se manifiesta indiferentemente en todas direcciones. Tallando convenientemente los cuerpos, se observa siempre, que en unos hay una direccion en la cual solo se ve una imágen, y que en otros hay dos direcciones de esta especie. En el spato de Islandia, por ejemplo, el fenómeno de doble refraccion desaparece en la direccion del eje del cristal; de manera que si se hacen tallar en los vértices de un romboedro caras perpendiculares al eje *a* y *b*, *fig*. 354, no se ven mas que imágenes simples de los objetos que se miran por ellas. En el topacio, que cristaliza en prismas romboidales, se encuentra una direccion neutra inclinada á la derecha del eje, y otra inclinada á la izquierda: por ejemplo, entre las dos caras *a* y *b*, *fig*. 355, se ven los objetos simples, y del mismo modo entre las dos caras *c* y *d*.

Estas direcciones, en que deja de tener lugar la doble refraccion, se han llamado *líneas neutras*, *ejes de doble refraccion* ó *ejes ópticos*. Una línea neutra única, ó un solo eje, se confunde siempre con el eje de cristalizacion; la línea media, entre dos líneas neutras, corresponde á uno de los ejes cristalinos que pueden concebirse en la sustancia.

Aplicacion. — Hé aqui ahora la observacion mineralógicamente importante. Todas las sustancias que tienen una sola línea neutra pertenecen al sistema romboédrico ó al sistema prismático de bases cuadradas; todas las que tienen dos corresponden á alguno de los otros sistemas prismáticos. Resulta de aqui, que por medio de la observacion de los fenómenos ópticos será tan imposible confundir, por ejemplo,

el cristal de roca con el topacio, y el espato de Islandia con la piedra de hieso, como lo es confundirlos por la forma de los cristales mas marcados.

§. 91. *Medios de observacion.*—Es, pues, importante poder determinar, si una sustancia diáfana posee un solo eje ó si posee dos. Por desgracia la observacion no siempre puede hacerse inmediatamente, y á veces es necesario tallar el cuerpo que quiere examinarse. Hé aqui los hechos que constituyen los caractéres distintivos.

Todas las sustancias de un eje talladas en forma de tableta ó lámina perpendicularmente á esta línea y colocadas entre dos láminas de turmalina, dejan ver unos anillos de color, circulares y concéntricos, atravesados generalmente por una cruz negra, *fig.* 356, si tienen el espesor conveniente. El espato de Islandia ofrece un bello ejemplo de este fenómeno, pero el cuarzo necesita estar tallado en láminas sumamente delgadas para dejar percibir una sombra azulada de esta cruz, y si la lámina tiene algo mas de espesor, desaparece enteramente la cruz, quedando entonces el centro simplemente coloreado de un modo ó de otro.

Las sustancias de dos ejes, talladas perpendicularmente á la línea media, dejan ver dos séries de anillos de color, *fig.* 357, uno á un lado de la línea media, y otro al lado opuesto; estos anillos son elípticos, y cada uno de ellos está atravesado por una banda negra. Las dos séries estan mas ó menos distantes una de otra, segun las sustancias, es decir, que los ejes de doble refraccion forman entre sí ángulos mas ó menos abiertos.

Es de advertir, que ciertas sustancias, tales como la esmeralda, la turmalina, la anatasa, la idocrasa, el circon, etc., que pertenecen á los sistemas de un eje, presentan á veces fenómenos que los asemejan á las materias de dos ejes. Cuando estan talladas en láminas perpendiculares al eje y colocadas entre las láminas de turmalina cruzadas, se observa en ciertas posiciones la cruz negra que debe caracterizarlas; pero haciéndolas girar sobre su plano, se nota al momento, que los brazos de esta cruz se tuercen y dan

lugar á anillos separados. Obsérvase frecuentemente, que este efecto se produce en ciertos puntos de una misma lámina, y que no se verifica en los otros.

Las sustancias cristalinas generalmente necesitan estar talladas para presentar los fenómenos que hemos indicado; hay, no obstante, algunas que tienen esfoliaciones perpendiculares al eje ó á la línea media de los ejes, como el topacio, las micas, el talco, etc., y basta desprender de ellas una lámina y colocarla entre las de turmalina cruzadas para percibir sus propiedades, bien sea inmediatamente, ó bien inclinando el aparato á uno ú otro lado.

Cuando la esfoliacion no es perpendicular al eje, basta á veces, para observar los fenómenos, inclinar las láminas que se obtienen entre las láminas de turmalina; pero cuando el índice de refraccion es algo considerable, el rayo sale del campo de la vision, y no se percibe nada. En este caso pueden pegarse dos pequeños prismas de vidrio *a* y *b*, *figura* 358, con trementina espesa, como se hace, por ejemplo, con las láminas delgadas de espato de Islandia, las cuales no manifiestan entonces inmediatamente el índice de la línea neutra que poseen.

Algunas veces puede hacerse tambien uso de un fracmento irregular para observar los fenómenos, encolando en él prismas en uno ú otro sentido; pero este procedimiento suele ser incierto, y en general vale mas hacer tallar de la sustancia una lámina de caras paralelas.

§. 92. *Polariscopo de Amici.* —La pinza de turmalina tiene la ventaja de ser un instrumento poco voluminoso y de escaso coste, pero ofrece muchas veces poca facilidad para la observacion de los fenómenos, tanto por el color de las láminas de que se compone, cuanto por la pequeñez de los fracmentos de las diversas materias que hay á veces que ensayar. M. Amici ha inventado un instrumento, á la verdad bastante costoso, pero que da mucha mas luz, y por cuyo medio puede operarse en pequeñísimas láminas trasparentes, que siempre es mas fácil proporcionarse. Ademas, estan de tal modo dispuestas las lentes, que pueden per-

cibirse á la vez, sin tener que inclinar el cristal á derecha ni á izquierda, todos los fenómenos que son debidos á la inclinacion de los rayos polarizados en su paso al través de las sustancias.

§. 93. *Separacion de los ejes.*—Hemos dicho, que los dos sistemas de anillos elípticos estan mas ó menos separados uno de otro segun la naturaleza de las sustancias, ó en otros términos, que los ejes ópticos forman entre sí ángulos mas ó menos abiertos. Por esta circunstancia se distinguen perfectamente unos de otros los diversos cuerpos brutos; pero fácilmente se concibe, que por la observacion vaga del mas ó del menos no pueden distinguirse mas que los estremos, y que para apreciar la diferencia en todos los cuerpos, es preciso valuar en grados los ángulos. Por consiguiente debe sustituirse la pinza de turmalina, y aun el polaríscopo de Amici, con un aparato susceptible de dar medidas, si no enteramente exactas, lo que es dificil, al menos comparables entre sí.

Para este efecto podemos valernos del aparato de M. Soleil (1), *fig.* 359, que reemplaza ademas con ventaja á la pinza de turmalina. Consiste en un plano negro *a*, por medio del cual se polariza la luz vaga de las nubes reflejada bajo el ángulo de 35° 25′, y viene á atravesar una lente *b*, que reune los rayos paralelos en su foco; en el cual hay una pinza *c*, á la que se adapta la lámina del cuerpo que se quiere observar. Desde este punto se dirigen los rayos luminosos á atravesar otra lente *d*, que les hace de nuevo paralelos, y luego van á parar á otra lente *e*, que les hace converger en *f*, donde hay una lámina de turmalina que sirve de ocular.

A la pinza *c* puede comunicarse un movimiento de rota-

---

(1) Este hábil óptico tiene talladas de un modo especial las sustancias que manifiestan los diferentes efectos de que hemos hablado, como tambien los aparatos de polarizacion, los que sirven para proyectar las figuras sobre planos, y para hacerlas visibles de este modo á un gran número de personas, aun con la luz de una lámpara Cárcel.

cion por medio de la manija *g*, de modo que pueda inclinarse mas ó menos la sustancia en uno ú otro sentido, señalándose entonces el ángulo en un círculo graduado *i*. La sustancia misma puede girar sobre su plano, entre las pinzas, segun se quiera.

Entre las dos lentes *d* y *e* hay dos hilos cruzados rectangulares.

Para averiguar la separacion de los ejes, se coloca la lámina de ensayo en el sustentáculo *c*; se la hace girar sobre su plano, de modo que los dos centros de los anillos coincidan con el hilo vertical; despues se hace girar la virola *g* para colocar sucesivamente cada centro en el punto en que se cruzan los hilos, y el arco que describe entonces la pinza da el ángulo de las líneas neutrales entre sí. Asi se obtendrán, por ejemplo, los ángulos siguientes, por medio de los cuales se distinguen claramente las sustancias á que se refieren.

Estroncianita. .	6° 56′	Celestina.	50°
Talco.	7° 24′	Gipso.	60° 6′
Albayalde.. . .	17° 30′	Cordierita.. . .	62° 50′
Aragonita. . . .	18° 18′	Ortosa.	63°
Baritina.. . . .	37° 42′	Cianita.	81° 48′
Estilbita. . . .	41° 42′	Epidota.	84° 19′
Karstenita. . . .	44° 41′	Peridoto.	87° 56′

Se observará tambien, que las materias que se llaman *topacios* presentan en sus diversas variedades diferencias bastante grandes, como de 43° á 65°, lo cual parece indicar especies distintas. Las *micas* presentan diferencias todavía mucho mayores porque se encuentran en ellas unos veinte ángulos diferentes entre 60 y 76°, lo cual induce á considerarlas como otras tantas especies.

§. 94. *Diámetros de los anillos.* — Los diámetros de los anillos de color, ya sean circulares ó ya elípticos, varian en las diversas sustancias cuando las láminas que los producen son de un mismo grueso; por consiguiente tallando todas

las sustancias en láminas de un mismo grueso, podria distinguírselas por medio de estos diámetros. Es claro que al momento se conocerian á simple vista las que presentan mayores diferencias; pero, respecto de otras muchas, seria ademas necesario tomar medidas, por medio de las cuales pudiese compararárselas. Tambien puede servir para este objeto el aparato de M. Soleil, y para ello se dirige hácia el hilo horizontal el borde de un anillo determinado, y despues el otro borde, y asi se obtiene la distancia angular de uno á otro en el limbo graduado.

§. 95. *Cristáles de atraccion y de repulsion.*—Hay cristales de un eje en que el índice de refraccion ordinario es mayor que el estraordinario, y otros en que sucede precisamente lo contrario; es decir, que en los unos el rayo ordinario es el que mas se aparta del eje, como si fuese rechazado de él, y en otros es el que mas se acerca, como si fuese atraido. Los primeros se llaman cristales *repulsivos* ó *negativos*, y los segundos cristales *atractivos* ó *positivos*. Esta circunstancia ofrece tambien un medio de distinguir ciertas sustancias de algunas otras, á pesar de las analogías esteriores, por ejemplo:

Cristales negativos.	Cristales positivos.
La apatita.	
El calizo.	
El cinabrio.	La argirosa.
El corindon.	El cuarzo.
La esmeralda.	La dioptasa.
La nefelina.	La apofilita.
La piromorfita.	
La turmalina.	
La anatasa.	La casiterita.
La idocrasa.	El circon.
La wernerita.	(El circon.)
La mellita.	
La melinosa.	

Medio de observacion. — Para conocer si una sustancia de las de un eje es atractiva ó repulsiva, despues de haber colocado una lámina de ella en el aparato para observar los anillos, no hay mas que poner sobre ella una lámina semejante de una sustancia cuyo modo de obrar se conozca (el espato de Islandia, por ejemplo, que es repulsivo), y observar si los anillos se ensanchan ó se estrechan. Si se ensanchan, debe deducirse que las dos sustancias son de accion contraria, porque sucede lo mismo que si se disminuyese el grueso de la lámina; por consiguiente la sustancia es atractiva. Por el contrario, si se estrechan, es claro que las dos sustancias tienen el mismo modo de obrar, puesto que sucede lo mismo que si se aumentase el grueso de la lámina; por consiguiente las acciones son de una misma especie; luego la sustancia es repulsiva (1).

ANGULO DE POLARIZACION.

§. 96. La luz se polariza por reflexion en la superficie de los cuerpos; pero el ángulo bajo el cual llega el efecto á su máximum es diferente en las diversas sustancias, lo cual suministra tambien un medio para distinguir los estremos por lo menos. Asi es que teniendo en cuenta el ángulo de polarizacion, no pueden confundirse las sustancias siguientes.

	Angulos de polarizacion.
Vidrio.	54° 35′ (2)
Fluorina..	55° 9′
Gipso.	56° 45′

(1) Por modificaciones en las diversas propiedades ópticas de que acabamos de hablar, es como se perciben las variaciones de sistemas cristalinos que pueden manifestarse en un cuerpo por diferentes medios, §. 46 y 48.

(2) Estos ángulos son los que forma con la normal el rayo reflejado polarizado.

	Angulos de polarizacion.
Cuarzo..	56° 58′
Brucita.	57° 25′
Baritina.	58° 29′
Topacio.	58° 34′
Espato de Islandia.	58° 51′
Espinela..	60° 25′
Circon..	63° 0′
Azufre..	63° 45′
Diamante.	68° 1′
Crocoisa..	68° 3′

M. Brewster ha encontrado la siguiente ley general, á saber: que la tangente del ángulo de polarizacion es igual al índice de refraccion; de modo que puede conocerse el uno por la otra.

Para averiguar el ángulo de polarizacion, pueden servir todos los instrumentos propios para medir la inclinacion de un rayo reflejado; asi es que puede emplearse con facilidad el goniómetro de M. Babinet colocando en el ocular una turmalina, de modo que su eje sea perpendicular al plano del círculo. Poniendo entonces la alidada en 0°, no hay mas que mover el mango en que se halla fijado el cuerpo, al mismo tiempo que el anteojo movible, hasta que la imágen del anteojo fijo, reflejada por el cuerpo, sea estinguida por la turmalina ó reducida al mínimum de intensidad. Asi se obtiene la inclinacion del rayo polarizado sobre el plano reflejante, cuyo complemento es preciso tomar para volver á entrar en la especie de indicacion que hemos adoptado.

POLICROISMO.

§. 97. Las sustancias dotadas de doble refraccion nos presentan ademas otra propiedad. Cuando se las coloca entre el ojo y la luz, ofrecen diversos colores segun la direccion en que las atraviesan los rayos luminosos. Paralela-

mente á los ejes no se polariza ninguna porcion de luz, y entonces se observa un tinte determinado. En todas las demas posiciones, la luz emergente es una mezcla de luz polarizada y de luz comun, y entonces es diferente el matiz y varia segun las cantidades respectivas de esta mezcla.

Cuando se analiza la luz trasmitida por medio de una lámina de turmalina, vuelta de modo que repela la luz polarizada, se observa un mismo tinte ó matiz en todas direcciones.

Los matices no siempre estan bien marcados, pero cuando lo estan, suministran tambien un medio de averiguar la direccion de los ejes; para lo cual basta buscar la direccion en que, á simple vista, se observa el matiz semejante al que se obtiene por medio de la turmalina que sirve para el analisis.

BRILLO.

§. 98. Cuando la luz se refleja en la superficie de un cuerpo, se verifican dos efectos: uno que trasmite al ojo la imágen de los objetos, y es la reflexion propia; y otro, en virtud del cual distingue el ojo el cuerpo mismo, y recibe de él una impresion particular independientemente de los colores. Esta impresion es lo que se llama el *brillo* del cuerpo, y por medio de ella distinguimos unos de otros una multitud de objetos: por ejemplo, una lámina de acero terso, de otra de vidrio; un pedazo de cera, de un pedazo de resina, etc. Esta propiedad ha debido tambien servir para la comparacion de las diversas sustancias minerales; asi es que se distinguen principalmente el *brillo metálico,* el *vítreo*, el *resinoso*, el *grasiento*, el *nacarado* y el *sedoso*, que no es otra cosa que el nacarado acompañado de la estructura fibrosa. Se admiten tambien diferentes variedades que se designan con los epítetos de semi-metálico, semi-vidrioso, etc.; y se dice tambien brillo *metaloideo* para designar el aspecto metálico que presentan ciertas sustancias petrosas. El brillo del diamante tiene cierta particularidad que no se encuentra sino en muy pocas sustancias.

El brillo varia frecuentemente mucho en un mismo cuerpo, de modo que no puede servir para distinguir exactamente una sustancia de todas las demas. Sin embargo, nunca pasa de metálico á vítreo, y bajo este aspecto puede ser de alguna utilidad.

ASTERISMO, CÍRCULOS PARÉLICOS, CORONAS.

§. 99. *Asterismo.* — Hace mucho tiempo se conocia una variedad de záfiro que presentaba por reflexion, ante una luz viva una estrella brillante de seis rayos. Mas adelante se notó que se verificaba el mismo fenómeno por refraccion mirando la luz de una bugía al través de la piedra, y despues se vió, que muchas sustancias hacian ver tambien estrellas de mas ó menos rayos. M. Babinet ha referido estos fenómenos á los de las láminas reticulares, que ofrecen los hechos análogos siguientes.

Cuando se mira la luz de una bugía al través de una lámina de vidrio, en la que se han trazado estrías paralelas (1), *fig.* 360, se ve á los dos lados de la llama una faja luminosa perpendicular á la direccion de aquellas. Cuando las estrías se cruzan en ángulo recto, se distinguen dos fajas luminosas cruzadas del mismo modo, y por consiguiente una estrella de cuatro rayos rectangulares; lo cual puede verse mirando la luz al través de un lienzo fino. Con tres séries de estrías, *fig.* 361, se observan tres fajas, y por consiguiente una estrella de seis rayos, etc.; generalmente hay tantas fajas luminosas cuantas son las direciones de las estrías, y los ángulos que forman las fajas entre sí son exactamente los mismos que los que forman las estrías.

Los mismos efectos producen estructuras semejantes en los minerales. Asi es que cuando se encuentran sustancias susceptibles de esas irradiaciones por reflexion á que se da el nombre de cambiantes, se conoce que son fibrosas, com-

---

(1) Igual efecto produce una lámina de vidrio sobre la cual se ha pasado el dedo un tanto humedecido.

puestas de fibras mas ó menos finas, siendo perpendicular á estas fibras la línea de reflejo luminoso que presentan. El gipso y el carbonato de cal fibroso, el cuarzo fibroso, el cuarzo asbestífero (ojo de gato), etc., presentan estos efectos en un grado notable.

Examinando con el microscopio los cuerpos asterizantes, se descubren tambien las mas veces en ellos estructuras correspondientes. Asi, una lámina, cortada perpendicularmente al eje de un prisma exágono de záfiro, presenta estrías que forman entre sí triángulos equiláteros, y deben por consiguiente dar estrellas de seis rayos; en el mismo caso se encuentra un prisma de esmeralda, etc. Un prisma cuadrado de idocrasa, examinado con el microscopio, presenta en sus bases líneas rectangulares, y da efectivamente estrellas de cuatro rayos rectangulares. Un prisma de sulfato de barita presenta dos sistemas de líneas que se cruzan oblícuamente, y produce una estrella de cuatro rayos que se cruzan del mismo modo, etc.: por consiguiente la especie de asterismo que presenta una sustancia, puede darnos acerca de su estructura interior indicios que de otro modo pasarian desapercibidos. Asi, por ejemplo, debe deducirse que los prismas de záfiro y de esmeralda estan formados de prismas triangulares equiláteros; que los prismas de idocrasa estan formados de prismas cuadrados; que los de sulfato de barita se componen de prismas romboidales, etc.; y lo que prueba efectivamente que es asi, es que una lámina cortada de dichos cuerpos paralelamente al eje, no produce mas que una sola línea luminosa, ó todo lo mas dos líneas rectangulares, una de las cuales corresponde á la esfoliacion (clivage) de la base.

Si se multiplican estas observaciones, nos darán sin duda algun dia resultados importantes, y probablemente se verá por qué ciertas sustancias, como por ejemplo el cuarzo, no producen asterismo á pesar de su analogía con otras; se averiguará la forma y la disposicion de las moléculas que debe tener el granate trapezoedro para producir estrellas de seis rayos de 60° de inclinacion cuando se le talla en

ciertos ángulos, y estrellas de cuatro rayos de 60 y 120º de inclinacion, cuando se le talla en otros; se sabrá por qué no sucede lo mismo respecto de otras sustancias del sistema cúbico, etc.; y finalmente, por qué las diferentes formas de una misma sustancia presentan en este punto disposiciones diversas, y qué relaciones pueden tener entre sí.

§. 100. *Círculo parélico.*—Todas las sustancias astéricas producen tambien otro fenómeno, que depende de los sistemas de estrías paralelas al eje, producidas por las aristas de las moléculas prismáticas componentes, en las que se refleja tambien la luz al atravesar la piedra. Este fenómeno consiste en un círculo luminoso que pasa por la llama que sirve de punto de mira, y no solo se verifica en las sustancias cristalizadas, sino que se ve tambien en todas las materias irregularmente fibrosas, compuestas de fibras paralelas y talladas perpendicularmente á su direccion.

§. 101. *Coronas.*—Cuando las sustancias tienen una composicion uniforme de fibras regulares y paralelas, y se tallan láminas perpendiculares á su direccion, se distingue al través de estas una corona circular alrededor de la luz que se toma por punto de mira. Las coronas son mas ó menos grandes segun el grueso de las fibras, que pueden llegar á valuarse rigorosamente midiendo el diámetro de los círculos.

COLORES.

§. 102. *Colores propios.* — Los colores de los minerales deben dividirse en *propios* y *accidentales.* Los primeros dependen de la naturaleza misma de los cuerpos, y por consiguiente importan mucho para la distincion de estos; se encuentran en los metales, en el azufre, en los sulfuros, en los óxidos y en algunos de sus compuestos. Estos colores son siempre uniformes en toda la estension de la masa del cuerpo; varian algunas veces segun su mayor ó menor compaccion hasta presentarse enteramente negros, como sucede principalmente en los óxidos; pero el color del polvo es siempre el mismo, cualquiera que sea el de la masa, y

por lo tanto se le indica particularmente en la esposicion de los caractéres. Estos colores varian algunas veces segun la colocacion particular de las moléculas; asi es que el azufre fundido á 109° y enfriado despues, presenta ese color amarillo que se observa comunmente en él, al paso que cuando se le hace hervir (400°) y se le enfria despues de pronto, toma un color moreno rojo, y al mismo tiempo se pone blando. El fósforo enfriado gradualmente presenta un color amarillento, y negro cuando se le enfria de pronto.

§. 103. *Colores accidentales.* — Muchos cuerpos térreos, petrosos y vítreos, son naturalmente blancos, pero se encuentran á menudo mezclados con materias dotadas de diversos colores propios ó accidentales que coloran toda su masa ó parte de ella. De aqui resulta, que estos cuerpos pueden presentar una multitud de colores diferentes, segun las circunstancias en que se han formado; asi es que el cristal de roca se presenta unas veces incoloro, y otras de un color amarillo, verde, moreno, negro, de violeta, etc.; la esmeralda, que todo el mundo se la imagina siempre como una piedra verde, se presenta tambien incolora, ó bien de color azul, amarillo, etc.

Es frecuente ver que materias que han cristalizado juntas se penetren en algunas partes, y que las dotadas de color se diseminen por la masa de las demas comunicándoles un tinte particular. Estas especies de mezclas enturbian muchas veces la trasparencia de los cuerpos, los cuales llegan á ponerse enteramente opacos; pero otras suelen permanecer tambien mas ó menos diáfanos, y esto indica, ó que la materia estraña está dividida en partículas sumamente ténues, ó que se encuentra en una especie de combinacion química. Los efectos del policroismo nos indican en los cuerpos disposiciones particulares de las materias colorantes que quizá algun dia nos permitirán esplicar.

Estas materias colorantes son á veces unos principios fugaces que puede destruir el fuego, como sucede en la mayor parte de los cuarzos negros; otras son principios

orgánicos, como en la cornalina, la cual debe en gran parte su color rojo á glóbulos organizados que suelen verse dispersos en su masa.

Los colores accidentales no siempre son uniformes como los colores propios, pues por una parte varian de intensidad y de matices, y por otra suelen mezclarse de tal manera, que una misma masa, un mismo cristal, se colora de diversos modos en sus diferentes partes. Los dibujos que estos diversos colores forman entre sí, suelen indicarse con los epítetos de *listados*, *manchados*, *picados*, *vetados*, *anubarrados*, *dendríticos*, *flamíneos*, *ruiniformes*, etc. Muchas de estas disposiciones parecen depender de las circunstancias que concurrieron á la formacion de los cuerpos, y pueden esplicarse, como el jaspeado del jabon, por la mayor ó menor liquidez y viscosidad de las materias en el momento que precedió á la consolidacion; otras son unos resultados de descomposicion de lo interior á lo esterior, ó recíprocamente. Las disposiciones flamíneas y ruiniformes dependen de fisuras rígidas en todos sentidos, y en las cuales han penetrado líquidos ó vapores que han ocasionado descomposiciones mas ó menos profundas: por eso se observa que lo que se llama *mármol ruiniforme de Florencia*, no es mas que una variedad de la piedra caliza, cogida en la inmediacion de ciertas hendiduras, por donde se escapan vapores cargados de diversas materias que constituyen el fenómeno de las *fumarollas*.

Colores superficiales.—Hay ciertos colores accidentales que no son mas que superficiales, y dependen á veces de unas películas delgadas de materias estrañas, como se verifica particularmente en algunas materias ferruginosas que presentan en la superficie de sus cristales (hierro oligisto de la isla de Elva) ó en las estaláctitas, tintas irisadas, mas ó menos variadas, que el lavado suele destruir completamente. En otras circunstancias, estos colores irisados dependen de la alteracion de la superficie, como sucede frecuentemente en el *cobre piritoso*.

Iris interior.—Hay tambien colores irisados que se ma-

nifiestan en lo interior de los cuerpos; siendo unos debidos á fisuras mas ó menos estensas, y otros á circunstancias enteramente desconocidas. Entre estos últimos se encuentran de una parte los hermosos colores irisados del *ópalo*; y de otra las tintas vivas y variables, segun la mayor ó menor inclinacion del cuerpo sobre la luz, que hacen tan notable y apreciada la *piedra de Labrador*.

FOSFORESCENCIA.

§. 102. *Definicion.*—Aun cuando la fosforescencia pertenezca á la electricidad, como parecen indicarlo varios esperimentos, los juegos de luz que nos presenta como efecto, pueden considerarse como fenómenos ópticos.

Manifiéstase esta propiedad por medio de unas luces, mas ó menos vivas, de diversos colores, que se perciben en la oscuridad, y que pueden producirse en los minerales de varias maneras, como por frotacion, por percusion ó compresion, por elevacion de temperatura, ó por oposicion al sol.

Fosforescencia por frotacion.—Hay cuerpos en que basta la mas ligera frotacion para hacer salir de ellos una luz mas ó menos viva; tales son, por ejemplo, ciertas variedades de súlfuro de zinc; otros, por el contrario, necesitan una frotacion bastante fuerte para producir este efecto, como el cristal de roca, la mayor parte de las materias vítreas, ciertos mármoles, etc., en los cuales suele ser preciso frotar con fuerza uno contra otro dos de sus fragmentos. En estos diferentes casos, siempre es una luz blanquecina la que se obtiene en la oscuridad. La percusion produce efectos semejantes, principalmente en las materias esfoliables, en que cada fisura que se hace presenta una luz mas ó menos viva, que dura algunos instantes, y si se las tritura en un mortero, toda la masa comun aparece como encendida; siendo especialmente notable bajo este aspecto el feldspato límpido ó trasparente.

Fosforescencia por el calor.—La mayor parte de las sus-

tancias minerales producen luces fosfóricas, mas ó menos vivas, por efecto de la elevacion de temperatura. Hay algunas que para que produzcan este efecto, es preciso caldearlas en crisoles; otras no exigen mas que un calor rojo oscuro y aun mucho menos: siendo entre estas últimas la mas notable la fluorina. Hay ciertas variedades, aunque raras, que no necesitan mas que el calor de la mano; otras exigen la temperatura del agua hirviendo, y en mayor número el calor rojo sombrio ú oscuro: las primeras no presentan mas que luces verdosas, las otras ofrecen colores mucho mas variados.

Es digno de notarse que los fragmentos de estas materias, sometidos á la temperatura del calor rojo, pierden sus colores naturales, y al mismo tiempo la propiedad de ser fosforescentes á temperaturas mas bajas. Cuando estas materias se vuelven blancas por efecto de un cierto grado de calor, no dan ya mas que luces blancas en temperaturas mas altas.

La fosforescencia por el calor no parece tener ninguna relacion con la fosforescencia por frotacion, pues esta se conserva siempre aunque la otra se haya perdido. El estado de las superficies influye sobre manera en la produccion de estos fenómenos: un cristal de fluorina trasparente, que no goza de la fosforescencia, la adquiere si se desgasta una de sus caras en una piedra arenisca, y se la espone asi en una plancha caliente por algunos segundos. Los cristales cuyas caras naturales son vivas y brillantes, no son por lo general fosforescentes, pero se hacen tales cuando se deslustran las superficies ó cuando se los hace pedazos; siendo tambien notable el hacerse á veces fosforescentes cuando se esponen en la plancha caliente por sus superficies secundarias, mientras que si se los espone por sus caras primitivas, no ofrecen semejante fenómeno. El diamante adquiere la fosforescencia cuando está pulimentado, y de ningun modo cuando se halla en cristales naturales.

PROPIEDADES FÍSICAS DIVERSAS.

Elasticidad.

§. 103. *Definicion.*—Muchas sustancias minerales son *elásticas*, es decir, que sus moléculas tienen la propiedad de dislocarse momentáneamente, y de restituirse en breve á sus posiciones primitivas. Esta propiedad es lo inverso de la ductilidad, en la cual una vez dislocadas las moléculas, continuan de un modo permanente en sus nuevas posiciones, que es lo que se observa particularmente en los metales, y á lo que se debe el poder forjarlos, laminarlos y estirarlos á voluntad por medio de la hilera.

La elasticidad se manifiesta especialmente en las láminas ó planchas de ciertos cuerpos, las cuales pueden doblarse ó encorvarse mas ó menos, pero abandonándolas, se restitúyen inmediatamente á su estado natural; propiedad que las distingue de muchas otras que son simplemente *flexibles* y que conservan la corvadura que se hace en ellas artificialmente.

La flexibilidad, opuesta á la *rigidez*, vaya ó no acompañada de elasticidad, se observa en especial en las sustancias que se dividen naturalmente en láminas, ó que se encuentran en filamentos muy ténues; y se manifiesta en alto grado en las materias llamadas *asbesto ó amianto*, que no son mas que un conjunto de fibras delgadas y poco adheridas, que se observa en diferentes sustancias, §. 78; habiendo entre ellas algunas variedades tan suaves y flexibles como la seda.

§. 104. *Ejes de elasticidad.*—Lo mas notable en los cuerpos cristalizados, respecto de la elasticidad, es que esta propiedad no es idéntica en todas direcciones, sino que hay líneas de *máximum* y de *mínimum*, que se llaman ejes de elasticidad: esto se manifiesta por las variaciones de temperatura, puesto que M. Mitscherlich ha probado hace mucho tiempo, que las inclinaciones mútuas de las caras de un

cristal que no pertenezca al sistema cúbico, presentan entonces diferencias notables, lo cual no pueden provenir sino de la desigualdad de dilatacion en diferentes sentidos. Tambien se echa esto de ver, y de un modo todavía mas claro, por la especie de vibracion que presentan las láminas ó planchas cortadas de un cristal en diferentes sentidos, como resulta de los esperimentos de Savart.

Una lámina tallada perpendicularmente al eje de un romboedro, da dos especies de líneas nodales, compuestas cada una de dos líneas rectas rectangulares, *fig.* 362, que producen sensiblemente un mismo sonido.

Una lámina tallada paralelamente á las caras, produce tambien dos sistemas de líneas nodales, pero el uno rectangular y el otro hiperbólico, *fig.* 363. El sistema rectangular da entonces el sonido mas grave.

Si se talla una lámina en uno de los ángulos sólidos laterales, paralelamente á las caras de un romboedro inverso del precedente, §. 25, 4.º, se obtienen tambien dos sistemas nodales, uno rectangular y otro hiperbólico; pero por una parte los vértices de la hipérbole estan mas separados que los precedentes, *fig.* 364, y por otra el sistema rectangular da el sonido mas agudo.

Si la lámina tallada en el ángulo es paralela al eje, se presenta tambien en las líneas nodales un sistema rectangular y un sistema hiperbólico, pero el primero da el sonido mas elevado.

Finalmente, si se tallan las láminas en las aristas laterales y paralelamente al eje, presentan dos sistemas de líneas nodales hiperbólicas, *fig.* 365, que dan sonidos diferentes.

Aplicacion.—Estos esperimentos ofrecen ya alguna utilidad á la cristalografia; cuando una sustancia romboédrica, no es esfoliable, es imposible distinguir ni los dos romboedros inversos idénticos que puede presentar, §. 26, ni las dos especies de prismas hexágonos de que es susceptible; al paso que será siempre fácil reconocer estos sólidos tallando láminas paralelamente á sus caras,

y haciéndolas vibrar, puesto que en el romboedro directo, el sistema nodal rectangular da el sonido mas grave, y en el romboedro inverso da el sonido mas agudo. El prisma producido en los ángulos, da un sistema rectangular y un sistema hiperbólico, y el otro, por el contrario, produce dos sistemas hiperbólicos.

DUREZA.

§. 105. *Definicion.*—En los usos de la vida se dice que un cuerpo es duro, ya porque resiste la accion del choque, ya por oposicion á *blando* ó *flexible*, ya en fin, porque no se le puede encentar ó desgastar con un instrumento cortante; en mineralogia se entiende por *dureza* la mayor ó menor resistencia que opone un cuerpo á ser encentado, rayado ó desgarrado por otro cuerpo. Bajo este aspecto el diamante es el cuerpo mas duro que se conoce, puesto que raya ó desgasta todos los cuerpos, y no es rayado ni desgastado por ninguno, de modo que para tallarlo ó pulirlo, es preciso servirse de su propio polvo; mas no por esto debe creerse que resista del mismo modo al choque, siendo como es, por el contrario, sumamente frágil.

Relacion con la disposicion ó colocacion de las moléculas.—La dureza tiene mucha relacion con la forma y disposicion de las moléculas; asi es que en un mismo cristal no es exactamente idéntica en todas las direcciones; puesto que ciertas caras se rayan mas fácilmente que otras, y que ciertos ángulos sólidos poseen en un grado mas alto la propiedad de rayar tal ó cual cuerpo. Las variedades cristalizadas de un cuerpo no son comparables con las que estan formadas por agregacion confusa. Tampoco es comparable la dureza en los casos de dimorfismo: asi es que la aragonita raya profundamente al carbonato de cal ordinario, y no es rayada por él; asi como el acero templado raya al acero que no lo está y ofrece una resistencia mucho mayor á todos los cuerpos con que se intenta desgastarlo.

Aplicacion.—La dureza sirve y se usa para distinguir

diferentes cuerpos; por su medio se reconocerá siempre el diamante que raya todos los cuerpos, y el rubí y záfiro que los rayan tambien y no son rayados sino por aquel; del mismo modo podrán distinguirse las piedras preciosas de todos los vidrios de color con que se procura imitarlas, porque todas estas piedras rayan el vidrio y no son rayadas por él; y el carbonato de cal no se confundirá con el yeso, que puede rayarse fácilmente con la uña. Sin embargo, la distincion no es bien manifiesta sino en los cuerpos donde esta propiedad se presenta en sus grados estremos; no habiéndose hallado todavía medios de valuarla en aquellos en que las diferencias son de poca consideracion. Para conseguirlo se han tomado, no obstante, diez sustancias de una dureza progresiva por términos de comparacion, á saber: 1.º el talco, 2.º el gypso, 3.º el calizo, 4.º el fluor, 5.º la apatita, 6.º el feldspato, 7.º el cuarzo, 8.º el topacio, 9.º el corindon (rubí y záfiro), 10 el diamante; indicándose á menudo la dureza de un cuerpo por números intermedios á estos; asi es que la dureza de la esmeralda está espresada por 7—8, lo cual la coloca entre el cuarzo y el topacio.

§. 106. *Choque del eslabon.*—Se considera tambien á veces como carácter la propiedad de dar fuego con el eslabon. Este es un efecto compuesto de la dureza y de la tenacidad: de la dureza, porque es preciso que la sustancia pueda encentar el acero, cuya partícula arrojada de pronto al aire, se inflama y produce la chispa; de la tenacidad, porque es necesario que la piedra resista suficientemente al choque. El diamante no produce chispas, porque si bien es mas duro que los demas cuerpos, es tambien demasiado frágil; y el cristal de roca no da tantas chispas como el pedernal, que es de la misma naturaleza, porque tiene menos tenacidad.

PESOS ESPECÍFICOS.

§. 107. *Definicion y aplicaciones.*—Todos los cuerpos tie-

nen bajo un volúmen determinado, su peso particular, ó segun la espresion admitida, su peso específico. Asi una bala de plomo pesa mas que una bola de mármol del mismo tamaño, está mas que una bola de marfil, etc.; una moneda de oro pesa mas que otra de plata del mismo volúmen: lo mismo sucede con todos los demas cuerpos, y aun hay algunos que son tan diferentes en este punto, que basta tomar dos pedazos de ellos casi iguales, para distinguirlos al momento. Asi, por ejemplo, nunca puede confundirse el platino con la plata que pesa la mitad menos, ni con el estaño que casi no pesa mas que la tercera parte; tampoco puede confundirse el oro con el cobre amarillo, el sulfato de barita con el carbonato de cal, el topacio con el ámbar amarillo, etc.; y de este modo podriamos citar otros muchos cuerpos. Sin embargo, hay un gran número de sustancias que se diferencian mucho menos unas de otras, y que no pueden distinguirse sino por medio de valuaciones suficientemente exactas.

Medios de valuacion.—Se ha convenido en valuar todos los pesos específicos comparándolos con un cuerpo determinado, y se ha escogido el agua por término de comparacion; en primer lugar porque es un líquido, y por lo tanto puede fácilmente averiguarse por el principio de Arquimedes el peso de un volúmen exactamente igual al de cualquiera otro cuerpo; y en segundo lugar porque dicha sustancia se encuentra en todas partes. Se ha convenido tambien en reducir las valuaciones á la temperatura de 18° del centígrado y al agua destilada. Por consiguiente, los números indicados en las tablas espresan, que los cuerpos á que se refieren son dos, tres...., veinte veces, etc., mas pesados que el agua bajo el mismo volúmen, ó pesan la mitad, la tercera parte, etc., de este líquido.

Para averiguar el peso específico de un cuerpo, se le pesa primero en el aire para obtener su peso real, y despues en el agua para saber la pérdida que en este líquido esperimenta, lo cual da el peso de un volúmen de agua igual al suyo; y se anota la proporcion en que se hallan

dos números. Asi es como se han formado las tablas de
sos específicos.

Observaciones.—Es preciso notar que el peso específico
ría en un mismo cuerpo segun su diversa estructura, por-
e esta ocasiona siempre mas ó menos vacíos pequeños, ac-
entales. Los cristales pequeños son los que generalmente
n mayores pesos específicos, pues los grandes estan for-
dos por agrupamientos que producen tambien vacíos. El
dio mas seguro para tener pesos comparables, es redu-
siempre estos cuerpos á polvo grosero, que conviene em-
par en agua caliente para que se desprendan las burbu-
de aire que pudieran estar adheridas á ellos. Por este
dio se obtiene siempre un mismo peso específico, cual-
era que sea la variedad del cuerpo en que se haga el es-
imento.

Para los usos de la vida debe tenerse el peso específico
o la estructura real, porque asi es como se le necesita,
a calcular, por ejemplo, el peso de un volúmen deter-
nado de un cuerpo que se ha de emplear para una cons-
ccion. En este caso, si el cuerpo es susceptible de em-
parse de agua, es preciso pesarle despues de que se ha
papado completamente, para averiguar el peso del agua
e ha penetrado en él, y añadirle á la pérdida observada.

ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO.

§. 108. *Poca importancia de la electricidad.*—Todas las
tancias minerales son susceptibles de electrizarse por uno
tro de los medios conocidos, y se diferencian en general
re sí, ya respecto de la facultad conductora, ya respec-
de la especie de electricidad que adquieren, ya por la
yor ó menor facilidad en adquirirla, y finalmente, por el
npo que la conservan.

Sin embargo, estos caractéres son de poca importancia
ausa de lo difícil que es en el dia esplicar las numerosas
epciones que presentan. Las variedades cristalinas no
mpre adquieren por medio del roce la misma electricidad

que las que se forman por agregaciones irregulares. Sucede tambien que dos cristales de una misma sustancia adquiren electricidades diferentes, y que un mismo cristal adquiere por el roce de una de sus caras una electricidad, al paso que por el roce de la otra adquiere una electricidad contraria.

Por lo que respecta á la facilidad de electrizarse, hay muchas diferencias en los cuerpos; así es que algunos de ellos, como el espato de Islandia y el topacio, no necesitan, por decirlo asi, sino que los toquen, al paso que otros no se electrizan sino con la mayor dificultad. Los que acabamos de citar conservan por espacio de muchos dias la virtud eléctrica que han adquirido; pero hay otros, como el cuarzo y el diamante, por ejemplo, que la pierden, casi inmediatamente. Estos hechos serian indudablemente muy importantes, pero presentan escepciones análogas á los anteriores.

Hasta el presente se ignora en qué consisten todas estas diferencias; se presume únicamente que estan en relacion con el estado de las superficies, que no se sabe apreciar suficientemente, ó en general con el estado molecular del cuerpo.

§. 109. *Electricidad polar.*—Un fenómeno de los mas notables es la propiedad que tienen ciertas sustancias de manifestarse en estado eléctrico por medio de un aumento uniforme de su temperatura, ofreciendo entonces una especie de electricidad en una de las estremidades, y otra diferente en la otra, ó, como se dice comunmente, ofreciendo polos eléctricos. Una disminucion uniforme de temperatura produce los mismos efectos; pero entonces estan invertidos los polos.

Es digna de notarse la relacion de estos fenómenos con las circunstancias cristalográficas. Las sustancias que tienen electricidad polar (boracita, turmalina, etc.) ofrecen la particularidad de que los dos polos que geométricamente son idénticos presentan modificaciones enteramente diferentes, §. 45; lo cual conduce á admitir constitucio-

nes moleculares particulares que quizá son la causa del fenómeno eléctrico.

§. 110. *Electroscopo.*—A pesar de la poca importancia de la mayor parte de los fenómenos eléctricos, espondremos los medios de observarlos. Para averiguar si un cuerpo está electrizado, basta presentarle á un cuerpo movible en el estado natural, el cual es entonces atraido; y para saber la especie de electricidad, es preciso dar al cuerpo movible una electricidad conocida: entonces, si el cuerpo electrizado produce una repulsion, tendrá la misma electricidad que el instrumento; y si por el contrario produce una atraccion, poseerá la electricidad contraria.

§. 111. *Magnetismo.*—La accion sobre la barra imanada es sumamente limitada, porque hasta ahora el hierro es el único cuerpo que se encuentra en la naturaleza en estados en que pueda producir algun efecto. En uno de ellos obra puramente por atraccion, y su accion es la misma en uno que en otro polo; en una palabra es atraible. En los demas estados (óxido negro y sulfuro magnético) un mismo punto del mineral obra por atraccion sobre uno de los polos, y por repulsion sobre el otro; lo cual equivale á decir que el mineral mismo tiene sus polos.

Accion sobre el tacto.

§. 122. *Facultad conductora.*—La facultad conductora del calor es muy varia en las sustancias minerales; y de aqui resulta que puestas en la mano, producen impresiones de frio mas ó menos notables que pueden servir para distinguirlas. Asi, por ejemplo, nunca puede confundirse el cristal de roca con el vidrio, pues el primero produce una impresion de frio prolongada, y el segundo una sensacion menos viva y de menor duracion. El diamante, el záfiro ó el rubí, el topacio, los carbonatos y sulfatos de cal, el succino (ambar amarillo), los betunes y las materias carbonosas, presentan bajo este aspecto diferencias muy marcadas, que no pueden menos de darlos á conocer. A fuerza de

hábito, se consigue distinguir por este medio unido al peso específico, un gran número de sustancias, sin mirarlas siquiera.

Hay tambien cuerpos que producen una impresion de calor, pero esta proviene de una accion química, producida por ácidos libres que se encuentran en diversas materias en estado de descomposicion, y principalmente en las que proceden de las solfataras (1).

§. 113. *Untuosidad, aspereza.*—Hay cuerpos que presentan al tacto una untuosidad notable, particularmente los que contienen gran cantidad de magnesia. Esta propiedad está sobre todo muy desarrollada en la sustancia á que se da el nombre de *esteatita*, precisamente por esta razon, y cuyo polvo se emplea para poner resbaladiza la cara interior de las botas; se la encuentra tambien aunque en menor grado en otras muchas materias, tales como el *grafito*, del cual se hacen los lápices llamados de mina de plomo, en diversas especies de arcillas, etc., y, lo que es muy importante, varía poco en una misma sustancia, de modo que con el hábito pueden conocerse muchas con bastante facilidad por este medio.

Hay tambien muchos cuerpos que, ya sea en masa, ó ya en polvo, son por el contrario *ásperos al tacto*, y que por consiguiente es imposible confundir con los anteriores.

Se distinguen como intermedios entre estas dos especies, cuerpos *áridos al tacto*. Estos son las mas veces materias ávidas de humedad, que roban al momento la poca que hay en los dedos, y producen por consiguiente una aspereza particular. Estas materias se distinguen algunas veces por *agarrarse* á la lengua, contrayendo una especie de adherencia con este órgano, y apoderándose rápidamente de su humedad natural.

---

(1) Palabra italiana con que se designan ciertos terrenos volcánicos de donde se desprenden vapores que depositan azufre.
N. del T.

OLOR Y SABOR.

§. 114. *Olores propios.*—Los olores son mas frecuentes y numerosos en el reino mineral de lo que se cree comunmente; y hay muchos cuerpos que pueden distinguirse por este medio, el cual nós será especialmente muy útil en los ensayos químicos. Hay olores propios y olores accidentales, y unos y otros se presentan inmediatamente, por frotacion, por elevacion de temperatura, ó por combustion.

Los olores propios inmediatos son peculiares de la nafta y del petroleo, del cloro, del ácido sulfuroso, y aun de ciertos metales que se distinguen fácilmente por este medio, como el estaño, el hierro y el cobre. Otros muchos cuerpos exhalan un olor característico por medio de la combustion, como el azufre y los sulfuros, el selenio, que produce un olor de rábano, el arsénico que tiene un olor de ajo muy subido, el succino, diversas materias resinosas que dan olores, ya agradables ó ya fétidos, y finalmente los betunes que exhalan un olor *sui generis.*

Por medio de la frotacion se desarrollan tambien ciertos olores, como en algunas variedades de succinos, en el cuarzo y en todas las materias silíceas, que frotadas una contra otra, producen siempre un olor particular por el cual pueden conocerse. La insuflacion desarrolla tambien diversas variedades de olores en muchas sustancias térreas; asi, por ejemplo, nunca pueden confundirse, teniendo en cuenta este carácter, la creta, el trípoli, la magnesia térrea, la tierra de Colonia, etc.

§. 115. *Olores accidentales.*—Muchas materias tienen olores debidos á cuerpos estraños que se hallan mezclados ó encerrados en sus poros. Algunos de ellos se desprenden inmediatamente que sale la materia del seno de la tierra, y desaparecen al cabo de cierto tiempo; pero lo mas frecuente es que se manifiesten por medio del roce. Muchas piedras calcáreas exhalan entonces un olor fétido, betuminoso y animal, como se verifica en la especie de mármol lla-

mado *granito pequeño*, con el cual se cubren en el dia la mayor parte de los muebles. En algunas otras materias es un olor de hidrógeno sulfurado, y aun de hidrógeno arseniado. Estos olores se atribuyen muchas veces á la descomposicion de materias orgánicas que han estado sumergidas en el seno de la tierra; pero es digno de notarse que se observan otros análogos aun en sustancias cristalinas que se hallan en terrenos de cristalizacion, verosimilmente producidos por el fuego, y donde por consiguiente dependen de otras causas.

§. 116. *Sabores.*—No puede haber sabor sino en materias solubles, las cuales se encuentran en muy corto número en la naturaleza, porque tarde ó temprano son disueltas por las aguas. Asi es que este cárácter tan útil para la distincion de las sales artificiales, es de poca importancia en mineralogia. Nos contentaremos pues con indicar el sabor ácido que comunican á ciertas aguas los ácidos sulfúrico é hidroclórico, el sabor salado que presenta la sal comun, el sabor astringente de los sulfatos de alúmina, de hierro, de zinc y de cobre, que se encuentran en muchos puntos en estado de eflorescencia, y el sabor alcalino del sub-carbonato de sosa.

Delicuescencia y eflorescencia.

§. 117. La delicuescencia es la facultad que tienen ciertos cuerpos de atraer la humedad de la atmósfera, y disolverse al mismo tiempo en el agua que de ella resulta. La sal comun es algun tanto delicuescente; pero hay otras muchas sales que lo son en alto grado, y esta es sin duda la razon porque no se las encuentra en el seno de la tierra, siendo todas arrastradas á los mares donde se hallan la mayor parte en estado de cloruros.

La eflorescencia es la propiedad que ciertos cuerpos tienen de deshacerse en polvo, lo cual depende muchas veces de la pérdida de cierta cantidad de agua en proporcion determinada, y por consiguiente de una alteracion química:

esto es lo que sucede, por ejemplo, en los carbonatos, sulfatos y fosfatos de sosa. Pero hay casos en que no sucede asi, y en que los cuerpos se deshacen en polvo sin perder nada de su composicion: entonces se supone que el fenómeno depende de una alteracion en la colocacion geométrica de las moléculas; fundándose en que las sales sometidas á cristalizaciones forzadas no pueden conservar mucho tiempo su forma, y en que otras muchas sometidas á una temperatura mas ó menos elevada presentan en su interior hendiduras dirigidas bajo un nuevo sistema de cristalizacion, que disminuyen su cohesion y ocasionan bien pronto su reduccion á polvo, §. 48 y 49.

COMPOSICION QUÍMICA DE LOS MINERALES.

§. 118. *Cuerpos simples naturales.*— Algunos de los cuerpos que se consideran como simples en el estado actual de la ciencia, se encuentran bastante á menudo en el estado libre, en la naturaleza, ó segun la espresion admitida, en el estado *nativo*. Tales son actualmente:

Antimonio.	Mercurio.
Arsénico.	Oro.
Azoe.	Oxígeno.
Azufre.	Paladio.
Bismuto.	Plata.
Carbono.	Platino.
Cloro.	Telurio.
Cobre.	

Ninguno de los demas se ha encontrado nunca sino en el estado de combinacion, de dos en dos, de tres en tres, etc., y solo por medio del arte se ha conseguido obtenerlos en el estado de pureza. Estas combinaciones, sumamente variadas, constituyen un gran número de cuerpos de que debe ocuparse el mineralogista.

Tres son las partes esenciales en las investigaciones ne-

cesarias para llegar á conocer y comparar las diversas composiciones que pueden presentar los minerales:

1.º El *ensayo químico* por cuyo medio se conocen la naturaleza y el número de elementos que constituyen un cuerpo.

2.º El *analisis* que tiene por objeto determinar en peso las cantidades relativas de cada uno de los cuerpos.

3.º La *discusion de los analisis*, que partiendo de las leyes generales observadas en la combinacion de los cuerpos, tiene por objeto eliminar lo que puede haber de accidental en ellos.

§. 119. *Cuerpos electro-positivos y electro-negativos.*—Recordemos los principios mas generales de la composicion de los cuerpos. Cuando por la accion de la pila de Volta se destruye una combinacion, se observa siempre que uno de los componentes, ya sea simple, ó ya formado de muchos elementos, se dirige al polo positivo, y el otro, por el contrario, al polo negativo; de donde se ha deducido que el primero tiene por sí mismo la electricidad negativa en virtud de la cual es atraido al polo positivo y fijado en él, al paso que el otro posee la electricidad positiva. Segun esto, se ha llamado á los primeros cuerpos electro-negativos, y á los segundos electro-positivos. La combinacion se ha considerado como el resultado de esta oposicion, y se ha creido que habia combinacion entre dos cuerpos, siempre que el uno pudiera ser electro-negativo con relacion al otro, que entonces es electro-positivo.

Las materias electro-negativas en alto grado son, entre los cuerpos simples: el *oxígeno*, el *cloro*, el *bromo*, el *iodo*, el *fluor*, el *arsénico*, el *selenio*, el *antimonio*, el *telurio*, el *mercurio*, etc.; y de estos el primero es el mas enérgico. Entre los cuerpos oxigenados, los que contienen mas oxígeno son por lo comun electro-negativos respecto de los que contienen menos; y los que estan dotados de propiedades ácidas son generalmente los mas enérgicos, y se combinan con la mayor parte de los demas.

Atendiendo á esta circunstancia, se distinguen siempre

dos especies de cuerpos en una combinacion por complicada que sea; los cuerpos *electro-negativos* que muchas veces se llaman *ácidos* en los cuerpos oxigenados; y los *cuerpos electro-positivos*, que generalmente reciben el nombre de *bases*.

ENSAYO QUÍMICO DE LOS MINERALES.

§. 120. *Observaciones generales*—Las operaciones que son necesarias para reconocer la naturaleza de los cuerpos, pueden hacerse siempre en partículas infinitamente pequeñas; de modo que no se necesita por todo laboratorio mas que una mesita, ni hay que emplear mas que una gota de ácido, cuando este agente es necesario, bastando algunos minutos para evaporar los líquidos superabundantemente, sin temor á sus vapores. Con tales condiciones pueden hacerse los ensayos mas complicados en todas partes y en un tiempo muy corto, que todavia puede reducir muchísimo la costumbre de distinguir los minerales. Los instrumentos, las vasijas y reactivos, ocupan tan poco, que se los puede llevar muy fácilmente cuando se va de viage.

Instrumentos.—Para hacer la fusion de los cuerpos, ya sea sola, ya con reactivos, se hace uso del soplete, tubo curvo que se emplea para soldar los metales: colócase su punta cerca de la llama de una lámpara, y soplando con cierta fuerza, se proyecta un chorro de llama sumamente activo, *fig.* 336, con el cual puede fundirse un gran número de cuerpos. El soplete formado de un tubo cónico de hoja de lata y de un tubito trasversal colocado á cierta distancia del fondo, *fig.* 367, es muy conveniente, porque si se introduce algo de saliva, no se la lanza sobre la pieza que se ensaya, bastando volver el tubo para que se escurra y caiga fácilmente.

Por candelero puede tenerse un tubo de hoja de lata ocupado interiormente por un resorte en espiral, *fig.* 368, sobre el cual se coloca un cabo de vela cuya mecha vaya á salir por la abertura. En la parte superior de este tubo

8

debe haber una cavidad, que se llena de sebo con el objeto de preservar la vela de un calor demasiado grande.

Nótese que calentando un cuerpo á la estremidad de la llama en contacto con el aire, se le oxida cada vez mas si es susceptible de ello; y que por el contrario, calentándole en lo interior de la llama, de modo que se halle rodeado de esta por todas partes, el cuerpo se desoxida; pues bien, estos dos modos de operar se distinguen, el primero con el nombre de *fuego de oxidacion*, y el segundo con el de *fuego de reduccion*.

Para someter un cuerpo á la accion del fuego, se le suele coger con una pinza, *fig.* 369, formada de un alambre doblado y dispuesto en términos de tener elasticidad, y cuyas estremidades terminan en unos hilos de platino. Pero lo mas comun es colocar el cuerpo sobre un *carbon*, ó bien en una hoja delgada de platino, que ofrezca la forma de cápsula en una de sus estremidades para operar mas fácilmente con los reactivos; empleando tambien á veces unas copelas pequeñitas, que se colocan en un agujero del carbon, poniendo en ellas la materia de ensayo con el fundente; este procedimiento tiene la ventaja de poder conservar el resultado del ensayo pegando la copela sobre un carton.

Cuando se trata de evaporar líquidos, se hace uso de capsulitas delgadas de porcelana sumamente pequeñas, ó mejor aun de platino, colocándolas sobre un sustentáculo de alambre doblado en ángulo recto y terminado en forma de anillo, cuya porcion vertical puede adaptarse al candelero, *fig.* 370.

Si se necesita tratar una sustancia en caliente por un ácido, para evitar una evaporacion demasiado rápida se emplea un *matraz pequeño* de vidrio, *fig.* 371, ó simplemente un tubo recto cerrado por su estremidad inferior: este tubo se mantiene próximo á la llama de la bugía con una pinza de alambre que tiene en su estremidad un tapon *a*, el cual se enfila en la rama del sustentáculo de que hemos hablado.

Para recoger las materias susceptibles de sublimarse por

el calor, se emplean unos tubos curvos, cerrados por su estremidad mas corta, *fig*. 372, donde se coloca la pieza de ensayo: caliéntase entonces mas ó menos esta parte, y la materia volatilizada se condensa en la superior, que se tiene cogida con la mano.

Sucede á veces que las materias contenidas en los cuerpos no son inmediatamente volátiles, pero pueden llegar á serlo por efecto de la oxidacion: entonces se emplea un tubo abierto, *fig*. 373, en cuya estremidad inferior se coloca el cuerpo, y se le calienta á fuego de oxidacion. La materia volátil formada se dirige entonces hácia la parte superior, se deposita en ella, ó se revela por su olor.

Cuando hay indispensable necesidad de filtrar, cosa que en general debe procurar evitarse, se hace uso de un embudo muy pequeño de vidrio soldado poniendo en él un cucurucho de papel. El embudo se coloca en una especie de anillo que forma la parte superior doblada de un alambre, fijado en una tablilla de corcho, que sirve á la vez para poner en ella la cápsula en que se recibe el líquido claro. La filtracion puede escusarse casi siempre sacando el líquido claro por medio de una tira de papel de estraza, *a*, *fig*. 375, que hace entonces el oficio de sifon. Para lavar un precipitado, se pone una cápsula de agua destilada sobre la primera, y se hace que fluya el líquido por medio de otro sifon.

A estos pequeños instrumentos debe añadirse una copita muy pequeña, de que rara vez hay necesidad, algunos vidrios de reloj, y unos cuantos trozos de vidrio, planchas de cobre, de estaño, de zinc y de hierro, cuyos usos veremos despues, y por último, algunos cilindros pequeños de vidrio para agitar. Un martillito y un mortero pequeño de ágata, para pulverizar los cuerpos duros, podrán ser tambien útiles, pero no son de absoluta necesidad.

Tambien es preciso proveerse de la série de reactivos de que vamos á hacer uso, y cuya mayor parte pueden ser sólidos si se quiere.

§. 121. *Conducta general que debe observarse en los en-*

sayos.—Para llegar lo mas pronto posible á conocer la composicion de un cuerpo, es necesario proceder con método en los ensayos que se hacen: entre todos los que pueden imaginarse, yo siempre he preferido el que consiste en averiguar primero la naturaleza del cuerpo electro-negativo que puede contener la sustancia, y en proceder despues á la investigacion de las bases. Nunca me limito á emplear una sola via, bien sea la seca ó la húmeda, sino que me sirvo de ambos medios de esploracion para resolver las dudas de uno ú otro, y evitar dilaciones y dificultades.

Empiézase las mas veces por ensayar si el cuerpo propuesto es fusible ó infusible, lo que basta en ocasiones para decidirse por algunas sustancias, viendo confirmada la idea que se forma á primera vista del mineral: asi es como puede decidirse, por ejemplo, entre un rubí y un granate, siendo el primero infusible, y fusible el segundo, ó bien entre el cristal de roca y la esmeralda sin color, que se hallan en el mismo caso; entre la platina y la plata, etc. Pero este ensayo nada enseña de positivo relativamente á la naturaleza del cuerpo, que es necesario examinar con mas detencion.

Los reactivos deben estar en el mayor grado de pureza posible, teniendo el mayor cuidado de que no se empuerquen, ya colocándo los tapones sobre cuerpos que puedan pegarse á ellos, ya pasando los tubos de que se hace uso para tomarlos, de un frasco á otro, sin haberlos limpiado bien. Para evitar este último inconveniente, cada frasco debe tener su tubo particular, fijo en el mismo tapon cuando este es de corcho; en cuyo caso debe cuidarse de volver á poner cada tapon en su verdadero lugar; para lo cual convendrá numerarlos. Nunca deben tocarse los líquidos de ensayo con los tubos, sino echar simplemente en ellos los reactivos.

Yo he mandado hacer, para guardar los ácidos y los reactivos líquidos, frascos terminados en punta con una abertura capilar, y cubiertos con una especie de capucha de vidrio, en la cual se enroscan, *fig.* 376. Para llenarlos

no hay mas que calentarlos y sumergirlos por la boca en el líquido; y para servirse de ellos, se los toma en la mano, cuyo calor basta para dilatar el aire y hacer caer una gota de líquido con solo volverlos un poco. Estos frascos no dejan desprender ningun vapor si se cuida de engrasar la capucha de vidrio por abajo.

INVESTIGACION DE LOS CUERPOS ELECTRO-NEGATIVOS.

§. 122. Siete son segun nuestros conocimientos en la materia los principales ensayos que pueden hacerse para llegar á descubrir y conocer la naturaleza de los principios electro-negativos que pueden encontrarse en un compuesto natural, á saber:

1.° Calentar el cuerpo en el tubo cerrado, por cuyo medio se reconoce:

Hydratos.	por medio de gotitas de agua (1).
Hydrarguros.	por gotitas de mercurio.
Oxido de antimonio.. . .	por un sublimado blanco no cristalino, que calentando el tubo puede hacerse volatilizar de un punto á otro.

2.° Calentarle en el tubo abierto para reconocer lo que puede producir la oxidacion; en cuyo caso se distingue:

Seleniuros.	por el olor de berza podrida.
Arsénico y arseniuros. .	por el olor de ajo.

(1) Puede ensayarse esta agua introduciendo en el tubo una tirita de papel reactivo: cuando el papel de girasol se enrojece, indica un ácido; si el papel de Fernambuco toma un bello color amarillo, indica particularmente el ácido hidrofluórico. El curcuma se enrojece con los ácidos.

Antimonio y antimoniuros. .	por vapores blancos que producen un sublimado volatilizable de un punto á otro del tubo.
Teluro y teluriuros.	por un vapor blanco, que despues de haberse depositado, puede fundirse en el tubo en forma de gotitas cristalinas por la accion del calor.
Azufre y sulfuros.	por el olor de azufre quemado (1).

3.º Calentar en el tubo cerrado, despues de haber reducido el mineral á polvo y de haberle mezclado con carbon, cuyo efecto es desoxidar ciertos cuerpos; con lo cual se reconoce:

Acido arsenioso. . . . . . . Arsenitos y arseniatos. . .	por el olor de ajo.
Acido sulfúrico.	por el olor de azufre quemado.
Algunos sulfatos. . . . . . Azoatos.	por el sabor á huevos podridos.

4.º Calentar el cuerpo con una mezcla de carbon, para producir una desoxidacion y una nueva combinacion: distinguiéndose entonces:

Sulfatos y sulfuros.	por el sabor á huevos podridos del resíduo, ó por el desprendimiento de hidrógeno sulfurado por la accion del agua acidulada (2).

(1) Hay sulfuros que no producen este efecto, y por lo mismo no se los puede reconocer sino por medio del 4.º ensayo.

(2) Los sulfuros producen el mismo efecto sin adicion de carbon.

5.º Hacer obrar el ácido azótico, por medio del cual se reconoce:

Carbonatos.	por la efervescencia que se produce, asi en frio como en caliente.
Algunos boratos.	por un resíduo blanco, que da al alcohol la propiedad de arder con una llama verde.
Algunos silicatos.	por la produccion de una gelatina, que no es mas que un precipitado gelatinoso de sílice.

6.º Fundir el cuerpo con un duplo de fosfato de sosa y de amoniaco (1), para reconocer:

Fluor.	por unos vapores que corroen el vidrio y ponen amarillo el papel de Fernambuco (si se opera en el tubo abierto), ó por un anillo de corrosion alrededor de la pieza de ensayo (en el tubo cerrado).
Cloro.	por una llama azul purpúrea, que se produce fundiendo primero la doble sal con el óxido de cobre y añadiendo despues la materia de ensayo.
Bromo.	por una llama azul en el mismo ensayo.

(1) El amoniaco se desprende entonces, y el ácido fosfórico, puesto en libertad, se rehace sobre el cuerpo. En este caso hay ensayo por la via seca por medio de un ácido.

Iodo. . . . . por una llama verde en el mismo ensayo.

7.º Calentar, y á veces fundir realmente, con el subcarbonato de sosa, para descomponer ciertas sales por un cambio de base: el ácido del mineral se dirige sobre la sosa y forma una nueva sal, que es soluble ó insoluble en el agua.

Si se forma una sal soluble, se añade un poco de ácido á la disolucion para descomponer el sub-carbonato de sosa escedente, y despues se reconoce:

Acido fosfórico.	si el líquido precipita en amarillo por el azotato de plata.
Acido crómico.	si precipita en rojo.
Acido vanádico.	si precipita en amarillo que blanquea muy pronto.
Acidos, molibdico, tungstico y tantálico.	si la disolucion se vuelve azul echada sobre una plancha de estaño (1).
Sílice (ácido silícico).	si la disolucion, sin volverse azul en una plancha de estaño, da un precipitado blanco por la adicion de un ácido, bien sea inmediatamente, ó bien durante la evaporacion.

Si el resultado del ensayo es insoluble en el agua, puede disolverse, mas ó menos fácilmente, en el ácido hidroclórico; y despues se reconoce:

(1) La disolucion precipita en blanco por un ácido, y ensayando el precipitado pueden distinguirse los tres cuerpos. El ácido molibdico produce un vidrio verde fundiéndole con el doble fosfato de sosa y de amoniaco; el ácido tungstico produce un vidrio azul, y el ácido tantálico un vidrio sin color.

Sílice. . . . . si la disolucion, evaporada y reducida por el agua, deja un resíduo que no da color alguno por la fusion con el doble fosfato.

Acido titánico. . . . . si el resíduo de esta operacion da, con el doble fosfato, un vidrio azul violado, á fuego de reduccion.

Alúmina. . . . . si no forma resíduo, y si la disolucion da por el amoniaco un precipitado en forma de copos atacable por la potasa cáustica.

§. 123. *Notas sobre estos ensayos.*—Reuniremos aqui algunas observaciones sobre los ensayos que hemos indicado para la investigacion de los cuerpos electro-negativos, y sobre algunos otros que pueden hacerse:

1.° Calentándolos en un tubo cerrado, se pueden conocer tambien otros muchos cuerpos, á saber:

Seleniuros. . . . . por un sublimado rojo.

Arsénico y arseniuros. . . . por un sublimado de cristales metálicos

Acido arsenioso y arsenitos. por un sublimado de cristales blancos.

Teluro y teluriuros. . . . . . por un sublimado grisno cristalino.

Pero estos cuerpos se distinguen mas fácilmente por el segundo método de ensayar, §. 122.

2.° En el tubo cerrado con carbon pueden conocerse los ácidos antimonioso y antimónico, que presentan entonces los caractéres del óxido de antimonio, §. 122, 1.°

3.° Se podria hacer un ensayo calentando el cuerpo con el azotato de potasa, y entonces se descubriria:

El carbono. . . . . porque la mezcla se funde durante la operacion.

El osmio. . . . . porque la materia exhala un vapor blanco que tiene el olor del cloro.

4.º Podrian ensayarse los cuerpos por el ácido sulfúrico en el tubo cerrado, y entonces se descubriria:

El fluor. . . . . por vapores incoloros que corroen el vidrio.

El iodo. . . . . por los vapores violados que se desprenden cuando se ha mezclado el cuerpo de antemano con el peróxido de manganeso.

El cloro. . . . . por el olor particular del gas amarillento que se desprende haciendo la misma mezcla.

El bromo. . . . . por los vapores rutilantes que se desprenden con la misma mezcla.

El ácido azóico. . . . . por los vapores rutilantes que se desprenden añadiendo limaduras de cobre.

5.º Los cromitos sometidos al fuego de oxidacion, producen los mismos resultados que los cromatos, §. 122, 7.º Para distinguirlos es preciso empezar de nuevo el ensayo en el tubo cerrado: la materia que entonces se obtiene es verde respecto del cromito, y amarilla respecto del cromato.

INVESTIGACION DE LAS BASES.

§. 124. Los ensayos precedentes habrán indicado ya la existencia del arsénico, del antimonio y del selenio, que

sirven tambien algunas veces de bases, principalmente en los sulfuros. Para los demas cuerpos hay que hacer seis especies de ensayos principales.

1.º Calentar la sustancia sobre el carbon, al fuego de reduccion, para averiguar si hay en ella:

Cadmio. . . . . por la aureola de color de naranja que se forma desde la primera llamarada.

2.º Calentarla sobre la hoja de platino con el subcarbonato de sosa; entonces se descubre:

Manganeso. . . . . si la materia fundida es de un color azulado.

Cromo. . . . . si la materia se pone alternativamente de un color verde claro al fuego de reduccion, y amarilla al fuego de oxidacion.

3.º Fundir la materia con el borax, despues de haberla tostado de antemano al fuego de oxidacion; entonces se descubren hasta los menores vestigios de:

Cobalto. . . . . por el color azul del vidrio que se obtiene.

4.º Tratar el mineral por el ácido azótico, ya inmediatamente, ó ya despues de haberle tratado por el subcarbonato de sosa, §. 122, 7.º

Si el cuerpo contiene materias no oxidadas, se conoce al momento por los vapores rutilantes que se desprenden durante la disolucion. En este caso, si se forma un precipitado estando muy ácido y caliente el líquido, denota la existencia del molibdeno, del antimonio ó del estaño.

Molibdeno. . . . . si tiene los caractéres del ácido molíbdico, §. 122 7.º

Antimonio. . . . . si tiene los caractéres de los óxidos de antimonio, §. 120, 2.º

Estaño. . . . . si el precipitado no puede volatilizarse ni fundirse.

Hecha la disolucion, es fácil descubrir en ella las diversas bases:

Bismuto. . . . . si echando una gota de ella en el agua, la pone inmediatamente blanca.

Plata. . . . . si echando una gota en una lámina de cobre, forma en ella un precipitado blanco cristalino y metálico.

Mercurio. . . . . si se forma entonces un precipitado gris, que se reune en gotitas ó se amalgama con el cobre, dándole el brillo de la plata.

Este precipitado es volátil al fuego, y si se ha depositado plata, esta queda sola.

Cobre. . . . . si se precipita cobre de la disolucion en una lámina de hierro.

Nickel. . . . . si el líquido que ha permanecido en una lámina de hierro, se vuelve inmediatamente azul por la adicion del amoniaco.

Zinc. . . . . si tratado el mismo líquido por el amoniaco, da un precipitado blanco, que se disuelve de nuevo por un esceso de este álcali (1).

(1) El cadmio se precipitaria y volveria tambien á disolverse, pero

Despues de estos ensayos se colocarán diversas gotas de la disolucion primitiva en pequeños vidrios de relój, ó en una lámina de vidrio algun tanto engrasada, y entonces se descubrirá:

Hierro. . . . . si producen un precipitado azul algunas partículas de ferro-cianato de potasa (1).

Plomo, barita y estronciana, si producen un precipitado blanco algunas partículas de cualquier sulfato.

Plomo. . . . . si el precipitado se pone negro por la adicion de algunas partículas de sulfhidrato de sosa.

Barita. . . . . si el precipitado no se pone negro, y una gota de la disolucion primitiva, muy dilatada en agua, continua todavia precipitando por medio del sulfato.

Estronciana. . . . . . . si la disolucion muy dilatada no precipita ya.

Alúmina. . . . . si el amoniaco en esceso, añadido al resto del líquido, da un precipitado blanco en forma de copos y permanente, que se disuelve en la potasa cáustica (véase §. 125, 2.º).

---

desde luego se hubiera descubierto su existencia, §. 124, 1.º, y ademas la potasa y la sosa le precipitarian de un modo permanente, lo que no sucede respecto del zinc.

(1) La mayor parte de los demas metales se precipitan al mismo tiempo; pero el color azul producido por la existencia del hierro oscurece todos los demas.

Cal. . . . . si el líquido amoniacal que sobrenada, precipita inmediatamente por el oxalato de amoniaco, aun cuando esté caliente (1).

Magnesia. . . . . si el líquido, despues de haberse aclarado estando caliente, se enturbia de nuevo al enfriarse.

5.º Investigar la presencia de los álcalis. Para descubrir la potasa, la sosa y la litina, es preciso no haber empleado ninguno de estos cuerpos durante las operaciones. Por consiguiente, si el mineral no es inmediatamente atacable por un ácido, es preciso disponerle á la accion fundiéndole con el carbonato de barita.

Hecha la disolucion y dilatada suficientemente, se añade carbonato de amoniaco, el cual lo precipita todo, á escepcion de los álcalis. Se filtra, se evapora, se calcina al grado rojo, y si queda algo en la cápsula, es uno de los tres álcalis, á saber:

La potasa. . . . . si produce un precipitado amarillo la disolucion concentrada de cloruro de platino, obrando en una parte del resíduo.

La litina. . . . . si la sustancia ha manchado la hoja de platino durante la calcinacion, y una gota de carbonato de amoniaco dilatada en ella produce un precipitado blanco.

(1) La barita, la estronciana, el cobre, el nickel y el zinc, podrian existir en el líquido amoniacal, y entonces seria preciso eliminar desde luego los dos primeros cuerpos por medio de un sulfato y los dos si-

La sosa. . . . . si no se verifica ninguno de estos efectos.

Cuando estan mezclados los álcalis, es fácil distinguirlos en estos ensayos.

Algunas sales solubles contienen amoniaco: este se conoce fácilmente por la adicion de algunas partículas de potasa cáustica, la cual hace que se desprendan sus vapores.

6.° Examinar los cuerpos no atacados por los medios precedentes.

Estos cuerpos son principalmente el oro y el platino, el primero de un hermoso color amarillo y el segundo de color de plomo; ambos son atacados por el *agua régia*. La disolucion de oro precipita en color de púrpura por medio del protocloruro de estaño; y la de platino precipita en amarillo por medio de una sal de potasa.

El platino, en la mena de platina, está alcado ó mezclado con diversas sustancias, que no pueden caracterizarse todavia en los ensayos en pequeño.

§. 125. *Notas sobre la investigacion de las bases.*—En los ensayos destinados á la investigacion de las bases no hemos indicado mas que las sustancias que son comunes en la naturaleza; pero si se tratase de otras materias, podrian esperimentarse dificultades de que hablaremos aquí.

1.° En el tratamiento por el ácido azótico, podria encontrarse:

Paladio. . . . . que precipita en la lámina de cobre; pero la disolucion es roja y precipita en negro por el cloruro de estaño.

Torina. . . . . la cual se manifestaria por la ebullicion, despues de la

---

guientes por medio de la potasa, no quedando ya en la disolucion mas que zinc, el cual no precipita por la adicion del oxalato, sino mucho tiempo despues de la magnesia, cuando se evapora el líquido.

adicion de un sulfato, porque el sulfato de torina, se precipita á los 100.°

2.° En el ensayo de disolucion por el amoniaco en esceso, puede contener el precipitado muchas sustancias que no se han indicado, tales como:

La glucina. . . . . la cual desaparece con la alúmina en la disolucion potásica, debiéndose entonces saturar esta de un ácido, para tratarla de nuevo por el amoniaco.

Si el precipitado es de alúmina pura, echando en él una gota de nitrato de cobalto y calcinándole, adquiere un hermoso color azul. Si es de glucina pura, toma un color negro, y si hay en él mezcla de las dos sustancias, se obtiene un azul sucio.

El urano. . . . . el precipitado, o el mineral mismo, da, sometiéndole al fuego de reduccion, un vidrio verde con el doble fosfato. La disolucion primera precipita en rojo oscuro por medio del ferro-cianato de potasa.

El cerio. . . . . el resíduo de la accion de la potasa puede contener estas tres sustancias; tratado por el ácido azóico, desecado despues para eliminar el esceso de ácido, y disuelto de

La zirconia.

La istria nuevo en el agua, da un precipitado blanco por el oxalato de amoniaco.

Respecto de la primera, este precipitado adquiere por calcinacion un color moreno de canela, y forma con el doble fosfato un vidrio rojo cuando está caliente, é incoloro cuando está frio.

Respecto de las demas, no se pone moreno el precipitado; y forma, si es la zirconia, un vidrio incoloro y opaco con el doble fosfato; y si la istria un vidrio trasparente.

3.° No hablaremos aquí de las reuniones fortuitas que podrian encontrarse; porque entonces podrian ser muy complicados los precipitados, y para obtener algunos resultados, seria preciso poseer conocimientos químicos muy estensos, que no pueden adquirirse sino por medio de estudios profundos.

ANALISIS DE LOS MINERALES.

§. 126. *Necesidad.*—Cuando un cuerpo es simple, basta siempre el ensayo químico para distinguirle de todos los demas; pero no sucede lo mismo cuando es compuesto; porque no bastan para caracterizarle el número y la naturaleza de las materias reunidas, sino que es preciso averiguar tambien las cantidades relativas. Por ejemplo, nadie confundirá el azúcar con el espíritu de vino, y sin embargo, los dos estan compuestos de carbono, oxígeno é hidrógeno, diferenciándose únicamente en las cantidades de estos principios. Lo mismo sucede en los minerales; muchos de ellos

estan formados de los mismos elementos, y presentan diferencias tan marcadas como los dos cuerpos precedentes; de donde resulta que para caracterizarlos químicamente, es preciso saber separar exactamente las materias, pesar cada una de ellas, y referirlo todo á la unidad, para formar la comparacion bajo este punto de vista. Asi es como pueden distinguirse el minio y el amarillo de plomo, tan diferentes en lo esterior aunque compuestos de los mismos elementos, á saber:

Amarillo de plomo.	Oxígeno.	0,07	Minio.	Oxígeno.	0,10.
	Plomo. .	0,93		Plomo. .	0,90.
		1,00			1,00

§. 127. *Medios generales.*—El analisis se hace poco mas ó menos lo mismo que los ensayos, con la única diferencia de que deben guardarse ciertas precauciones que en estos últimos se pueden despreciar. Es preciso pesar exactamente cierta cantidad de mineral, comunmente reducido á polvo muy ténue, y tener cuidado de que no se pierda nada de él en el curso de las operaciones. Despues de haberle calcinado, si se ha descubierto agua en él, y pesado de nuevo para averiguar la pérdida, que es el peso del líquido, se le trata por el ácido nítrico ó por el agua régia, ó bien se le funde de antemano con la sosa, etc.; se recogen despues sucesivamente por filtracion los precipitados que puedan formarse en la disolucion; se les lava cuidadosamente haciendo pasar suficiente cantidad de agua por los filtros; se desecan convenientemente estos, se les pesa bien con la materia que contienen, y se desquita el peso del papel, el cual ha debido pesarse antes. Se recoge entonces el líquido filtrado y todas las aguas de lavadura, y se evaporan convenientemente para promover despues otros precipitados, con cada uno de los cuales se opera del mismo modo.

El punto principal es conducir bien las operaciones sucesivas, y emplear reactivos que separen totalmente una sustancia determinada y que no arrastren ninguna parte de

las demas. En esto es en lo que consiste la dificultad, y no siempre bastan para vencerla los medios que hemos empleado en los ensayos: en efecto, mientras no se trata mas que de descubrir la existencia de un cuerpo, poco importa que el precipitado arrastre consigo otros, siempre que estos esten ocultos y se manifieste claramente el que se busca; pero no sucede lo mismo en las analisis, y hay casos en que se necesita todo el talento de un químico consumado para conseguir una separacion exacta de los elementos. Felizmente hay tambien muchos casos que no exigen mas que los simples elementos de la ciencia, y estos son por lo general los que con mas frecuencia se presentan en los usos de la vida. Así, el analisis de las piedras calizas, de las margas, de las arcillas y de las tierras de labor, de los silicatos mas comunes, de las escorias de las fábricas, de los minerales de hierro, de cobre ó de plomo, de las sales que se emplean en las artes, de las aleaciones mas útiles, etc., puede hacerse siempre con facilidad; porque en efecto estos cuerpos no contienen mas que materias perfectamente conocidas y que se separan bastante bien. Daremos de ello algunos ejemplos.

§. 128. 1.º *Analisis de marga.*—Cinco gramos de una marga, desecados á la temperatura del agua hirviendo, perdieron 345 milígramos, probablemente formados en totalidad de agua.

Otros cinco gramos, tratados por el ácido azótico dilatado, produjeron efervescencia durante algun tiempo y dejaron un resíduo arcilloso que, lavado y desecado despues á 100º, pesaba 3g, 879.

De estas operaciones resulta que el carbonato de cal separado por el ácido es 0g, 776, de modo que la marga se componia de:

Carbonato de cal.	0,776 ó	0,1552
Arcilla y agua.	4,224	0,8448
	5,000	1,0000

De donde se infiere que esta materia empleada en agricultura es mas á propósito para los terrenos arenosos que para los arcillosos.

2.º *Analisis de piedra caliza.*—Cinco gramos de una piedra caliza fueron atacados con efervescencia por el ácido azótico y dejaron un resíduo de 15 centígramos.

La disolucion tratada por el amoniaco dió 204 milígramos de peróxido de hierro, que presentaba por medio del soplete algunos vestigios de manganeso, §. 124, 2.º

El líquido, unido á las aguas de lavadura y suficientemente evaporado, fue tratado en caliente por subcarbonato de amoniaco y filtrado inmediatamente, dando un precipitado de carbonato de cal de 4g, 098 que representan 2g, 307 de cal (1).

Finalmente, despues de la evaporacion de las aguas y la calcinacion al rojo, quedaron 217 milígramos de magnesia; de modo que la piedra se componia de:

Materia insoluble.	0,150 ó	0,0300
Peróxido de hierro.	0,204	0,0408
Cal.	2,307	0,4614
Magnesia.	0,217	0,0434
Acido carbónico.	2,122	0,4244
Total.	5,000	1,0000

3.º *Analisis del albayalde.*—El *albayalde*, ó sea *blanco de albayalde*, es un carbonato de plomo; pero se falsifica esta sustancia mezclándola con *creta ó blanco de Bougival*, lo cual disminuye su valor y quita mucha solidez á la pintura. Es pues útil saber cuál es la naturaleza de la materia que un artesano emplea en el trabajo que se le manda hacer, y hé aquí el analisis:

(1) Ciento de carbonato de cal contienen 56,29 de cal, de modo que la proporcion 100 : 56,29 :: 4,098 : x = 2,307 da la cantidad de cal en el caso presente.

Cinco gramos de materia atacados por el ácido azótico dejaron 10 centígramos de resíduo.

La disolucion tratada por el sulfato de sosa dió un precipitado de sulfato de plomo que pesaba 4 g. 539; de donde se deduce que tenia 3 g., 338 de óxido de plomo (1), ó 4 g. de carbonato (2).

Habiéndose tratado por el subcarbonato de plomo, el líquido filtrado reunido á las aguas de lavadura, y evaporado dió 0 g., 902 de carbonato de cal: por consiguiente esta materia contenia:

Albayalde puro ó carbonato de plomo. .			4 ó. . . .	0,80
Creta. . .	Carbonato de cal. .	0,90.	1	0,20
	Materia insoluble. .	0,10.		
			——	——
		Total. .	5	1,00

Es decir, que el albayalde estaba mezclado con una cuarta parte de creta.

Cuando el fraude consiste en la mezcla del albayalde con sulfato de barita, este permanece insoluble.

4.º *Analisis de una escoria de horno de fundicion.*—Fundióse la materia con la sosa despues de haberla reducido á polvo muy fino, y el resultado se trató por el ácido acético; dando entonces los cinco gramos despues de la ebulicion, 1 g., 27 de sílice.

El amoniaco dió un precipitado de peróxido de hierro que, habiendo sido lavado y tratado por la sosa, y despues lavado de nuevo y secado pesaba 2 g., 737.

El líquido amoniacal, reunido á sus aguas de lavadura,

---

(1) 100 de sulfato de plomo contienen 73,56 de óxido de plomo; por consiguiente en este caso se obtiene la cantidad de óxido por la proporcion 100 : 73,56 :: 4,539 : x.

(2) 100 de carbonato de plomo contienen 83,46 de óxido de plomo; de modo qué se forma la proporcion siguiente: 83,46 : 100 :: 3,338 : x.

dió, por el carbonato de amoniaco, un precipitado de carbonato de cal de 1 g., 805, ó sea 1 g., 016 de cal.

Las aguas sódicas evaporadas, saturadas despues de ácido y tratadas por el subcarbonato de amoniaco, dieron un precipitado de alúmina de 203 milígranos. Por consiguiente el resultado del analisis es:

Sílice.	1,270
Peróxido de hierro	2,737
Alúmina	0,203
Cal.	1,016
Total.	5,226

El aumento de peso manifiesta que el hierro se hallaba en este caso en el estado de protóxido, y entonces es preciso reducir la cantidad de este á 2,511.

Este resultado demuestra que deben modificarse las operaciones de la fábrica, añadiendo á la mena lo que se llama *castina* (carbonato de cal), á fin de saturar el sílice y evitar la pérdida de hierro. El analisis de las menas y el de la castina del lugar darian positivamente la cantidad de fundente que debia emplearse.

Estos ejemplos, unidos á las observaciones que hemos hecho respecto de los ensayos, bastan para enseñar el modo de conducirse en la mayor parte de los casos comunes.

Esposicion y comparacion de las analisis.

§. 129. *Dificultad de espresarse.*—Mientras solo se hacen las analisis para los usos de la vida, no se echa de ver la necesidad de espresar las composiciones de otro modo que por los pesos mismos que suministra el analisis; pero cuando se consideran los cuerpos brutos bajo el punto de vista científico, pronto se advierte, cuando son en gran número, que es imposible compararlos unos con otros, espresándose en pesos, porque las proporciones son muy complicadas. Por ejemplo, es dificil espresar las composicio-

nes siguientes, á pesar de presentar grandes diferencias, de modo que se dé y pueda formarse una idea clara de ellas.

	Primer analisis.	Segundo analisis.	Tercer analisis.
Azufre	0,192	0,162	0,173
Cobre.	0,189	0,318	0,455
Plomo.	0,619	0,520	0,372

Asi es que por espacio de mucho tiempo se ha parado poco la atencion en la composicion química, limitándose á comparar los cuerpos por los caractéres esteriores; y solo desde que se han descubierto las leyes que rigen las combinaciones de los cuerpos, se ha podido en realidad sacar de ellas todo el partido que era de esperar. Hé aqui los hechos:

§. 130. *Leyes de combinacion.*—El conjunto de todas las observaciones demuestra, que los cuerpos, ya sean simples ó ya compuestos, se combinan entre sí en cierto número de proporciones bien determinadas, que no admiten ningun intermedio, y que tienen relaciones sencillas unas con otras, al menos cuando se trata de los minerales. Por ejemplo, se sabe por esperiencia que:

100 de oxígeno estan combinados con 201,20 de azufre (ácido hiposulfúrico).
200. . . . . con 201,12. . . . . (ácido sulfuroso).
300. . . . . con 201,18. . . . . (ácido sulfúrico).
100 de oxígeno se combinan . . con 395,69 de cobre.
100. . . . . con 791,39 (2 veces 395,69)
200. . . . . con 395,68
100 de azufre se combinan. . . con 393,39 de cobre.
200. . . . . con 393,38
100 de sílice se combinan. . . con 184,99 de cal.
200. . . . . con 184,98
300. . . . . con 184,98

Es decir, que una cantidad determinada de base, ó el doble de esta cantidad, se combina con cierta cantidad de cuerpos electro-negativos, ó bien con el doble, el triple, etc., de ella: este es un hecho de analisis inorgánica que confirman todas las observaciones.

Espresion anatómica.—Este hecho se espresa mucho mas fácilmente por medio de la espresion y comparacion de los compuestos. En vez de considerar el número 100 en los cuerpos oxigenados como el peso resultante de cierto número de partículas de oxígeno, se ha ideado considerarle como el peso mismo de una partícula, tomando al mismo tiempo el número correspondiente por peso de una partícula de base; y se ha dicho: en los compuestos del oxígeno y del azufre, sucede que se encuentra sucesivamente una partícula de azufre que pesa 201,16 por término medio, unida á 1, á 2, ó á 3 partículas de oxígeno, cada una de las cuales pesa 100; lo mismo respecto de los óxidos de cobre, una partícula de cobre que pesa 595,69 se halla unida con 1 ó 2 partículas de oxígeno, ó bien 2 partículas de cobre con una de oxígeno, etc.

Ahora bien, habiendo espresado por 100 el peso de la partícula de oxígeno, no ha podido emplearse el mismo número para otros cuerpos, asi como tampoco han podido variarse los número 201,16 y 395,69 despues de haberlos tomado relativamente el primero para el azufre y el segundo para el cobre. Ha sido, pues, preciso buscar el peso de la partícula de cada cuerpo, partiendo del número 100 admitido para el oxígeno, ó de cualquier otro ya fijado relativamente á esta unidad, como por ejemplo 201, 16 que es el fijado para el azufre, etc. Y en efecto se ha conseguido buscando la composicion exacta de los óxidos, de los súlfuros, etc. (1).

---

(1) Si no se conociesen los óxidos de cobre, por ejemplo, podria obtenerse el peso de la partícula de este metal por medio de los súlfuros, pues sabiendo que un súlfuro se compone de 100 de azufre y 393,38

Tales son las bases de lo que se llama *teoría atómica*, puesto que el nombre de *átomo* ha prevalecido sobre los de partícula, molécula, etc., que hubieran podido tambien emplearse.

§. 131. *Trasformaciones atómicas.*—En este modo de espresarse, se pueden esponer con facilidad todas las especies de combinaciones, y especialmente compararlas unas con otras; pero es preciso ante todas cosas, trasformar las proporciones en peso que suministra el analisis en proporciones atómicas.

Esta trasformacion se hace dividiendo el peso de cada uno de los componentes por el peso atómico correspondiente, y reduciendo despues las proporciones á su mas simple espresion. Por ejemplo, respecto de la primera de las analisis precedentes, §. 129;

	Pesos.		Se hallarán las proporciones atómicas.	
Azufre	0,192	. . . .	0,00095	ó 2
Cobre.	0,189	. . . .	0,00048	1
Plomo.	0,619	. . . .	0,00048	1

Para esto se buscarán en las tablas (1) los pesos atómimicos del azufre, del cobre y del plomo (á saber: 201,165—395,695—1294,498), por los cuales se dividirán

---

de cobre, se diria: habiéndose representado el peso de la partícula de azufre por 201,165 (véase las tablas), si hacemos la proporcion 100 : 393,38 :: 201,165 : x, el cuarto término, ó lo que es lo mismo, 791,31, será el peso de la partícula buscada. Si no se conociesen otros compuestos, quedaria la incertidumbre de saber si este número representaba una partícula ó dos, etc.; de modo que podrian admitirse 791,34, ó 395,67, etc., fácilmente se concibe que solo á fuerza de tiempo por el conjunto de todos los hechos relativos á un cuerpo, es como podemos fijarnos sobre este punto.

(1) Véase una tabla de los pesos atómicos inserta al fin de este artículo.

los pesos correspondientes que resulten del analisis (1). En este caso se hallará :

$$\frac{0,192}{201,165}=0,00095;\ \frac{0,189}{395,695}=0,00048;\ \frac{0,619}{1294,498}=0,00048$$

números que se hallan entre sí casi en la misma relacion que 2, 1 y 1. Por consiguiente el cuerpo se compone de 2 átomos de azufre, 1 átomo de cobre y 1 átomo de plomo.

Del mismo modo se trasformarán las otras dos analisis que hemos dado, y tendremos:

2.ª ANALISIS.

	Pesos.	Relaciones atómicas.
Azufre.	0,162 . . .	0,0008 ó 2 átomos.
Cobre.	0,318 . . .	0,0008 2 átomos.
Plomo.	0,520 . . .	0,0004 1 átomo.

3.ª ANALISIS.

	Pesos.	Relaciones atómicas.
Azufre.	0,173 . . .	0,00086 ó 3 átomos.
Cobre.	0,455 . . .	0,00116 4 átomos.
Plomo.	0,372 . . .	0,00029 1 átomo.

No será mas difícil el trasformar analisis de cuerpos oxigenados. En efecto, conociendo el peso atómico de la sílice,

(1) Los pesos que resultan del analisis significan que hay en cada uno de los tres cuerpos cierto número de átomos n, n', n'' cuyas relaciones son 0,192, 0,189, 0,619; es decir que tenemos

$$0,192 : 0,189 : 0,619 :: n\,(201,165) : n'\,(395,695) : n''\,(1294,498),$$

$$\text{ó bien } \frac{0,192}{201,165} : \frac{0,189}{395,696} : \frac{0,619}{1294,498} :: n : n' : n''$$

de modo que los cuocientes dan las relaciones entre n, n' y n''.

577,478; el de la alúmina 642,334, y el de la cal 356,019, se hallará para las composiciones siguientes:

4.ª ANALISIS.

	Pesos.	Relaciones atómicas.
Sílice	0,403 . . .	0,00070 ó 2 átomos.
Alúmina. . . .	0,225 . . .	0,00035 1 átomo.
Cal.	0,372 . . .	0,00104 3 átomos.

5.ª ANALISIS.

	Pesos.	Relaciones atómicas.
Sílice	0,424 . . .	0,00073 ó 3 átomos.
Alúmina. . . .	0,314 . . .	0,00049 2 átomos.
Cal.	0,262 . . .	0,00073 3 átomos.

Podrian, pues, espresarse del modo siguiente las cinco composiciones anteriores, poniendo los números atómicos como si fueran esponentes encima de los nombres de las materias componentes:

1.ª—Azufre,^{2} cobre,^{1} plomo,^{1} ó en abreviatura.	Az,^{2} Co,^{1} Pl^1
2.ª—Azufre,^{2} cobre,^{2} plomo,^{1} . .	Az,^{2} Co,^{2} Pl^1
3.ª—Azufre,^{3} cobre,^{4} plomo^1 . .	Az,^{3} Co,^{4} Pl^1
4.ª—Sílice,^{2} alúmina,^{1} cal^3	Si,^{2} Al,^{3} Ca^3
5.ª—Sílice,^{3} alúmina,^{2} cal^3	Si,^{3} Al,^{2} Ca^3

Ahora es fácil comparar estos cuerpos unos con otros, espresar con claridad sus diferencias, y finalmente, formarse una idea exacta de ellos.

§. 132. *Signos de composicion.*—Para describir mas fácilmente la composicion de los cuerpos, se usan las iniciales de los nombres en lugar de los nombres mismos,

poco mas ó menos como acabamos de hacerlo en abreviatura, pero con modificaciones convencionales relativamente á los pormenores: asi se ha convenido en servirse para esto de los nombres latinos, á saber:

Al. Aluminium.
Ag. Argentum.
As. Arsenicum.
Au. Aurum.
Az. Azotum ó N. nitricum.
Ba. Baryum.
Bi. Bismuticum.
B. ó Bo. Boron.
Br. Bromium.
Ca. Calcium.
Cd. Cadmium.
C. Carbonicum.
Ce. Cerium.
Ch. ó Cr. Chlorum.
Cr. Chromium.
Co. Cobaltum.
Cu. Cuprum.
Fe. Ferrum.
Fl. Fluor.
Gl. Glucinium ó Be. Berillium.
Hg. Hydrargirum, ó Me. mercurium.
Hy. ó H. Hidrogenium.
Y. Yodicum.
Yr. Yridium.
K. Kalium, ó Po. Potassium.
L. Lithium.
Ma. ó Mg. Magnesium.
Mn. Manganesium.
Mo. Molibdœnum.
Na. Natrium, ó So. Sodium.
Ni. Niccolum, Nikel.
Os. Osmium.
O. Oxygenium.
Pd. Palladium.
Ph. Phosphorus.
Pl. ó Pt. Platinium.
Pb. Plumbum.
R. Rhodium.
Se. Selenium.
Si. Silicium.
Sn. Stannum.
Sb. Stibium.
Sr. Strontium.
S. ó Su. Sulphur.
Ta. Tantalium.
Te. Tellurium.
Th. Thorimium.
Ti. Titanium.
Tu. Tungstenium, ó W. Wolframium.
U. Uranium.
Vn. Vanadium.
Y. Yttrium.
Zn. Zincum.
Z. Zirconium.

Para designar una combinacion se escriben los signos de los componentes uno tras otro, y para indicar los números atómicos, se colocan las cifras en forma de esponentes, entendiéndose como en álgebra, que cuando una cantidad no tiene ningun esponente, tiene la unidad. Asi, por ejemplo, Fe Su indica la combinacion de un átomo de hierro y otro de azufre; y Fe Cu Su^2 indica un átomo de hierro, otro de cobre y dos de azufre. Lo mismo se entenderá respecto de Fe^2 Cu Su^3, Fe^3 Cu^2 Su^5, etc.

En la combinacion de tres ó mas elementos puede escribirse la fórmula de muchos modos. Asi en vez de poner Fe Cu Su^2, puede repartirse el elemento electro-negativo entre las dos bases, Fe Su, Cu Su, y escribir Fe Su + Cu Su.

Del mismo modo Fe^2 Cu Su^3, ó Fe^3 Cu^2 Su^5, pueden escribirse Fe^2 Su^2 + Cu Su ó Fe^3 Su^3 + Cu^2 Su^2, etc.; pero entonces los esponentes que son de la misma especie se trasforman en coeficientes, y se escribe 2 Fe Su + Cu Su, 3 Fe Su + 2 Cu Su.

Este modo de escribir está fundado teóricamente en que los compuestos triples de nuestros laboratorios resultan las mas veces de la combinacion de dos compuestos binarios.

Tambien podria escribirse del mismo modo la composicion de los cuerpos oxigenados. Asi Ca O, Si O^3, etc., indicarian la union de un átomo de calcio y 1 de oxígeno, de 1 átomo de silicio y 3 de oxígeno, etc., pero siendo muy numerosos los cuerpos oxigenados, se ha convenido para evitar la complicacion en las fórmulas en suprimir el signo del oxígeno y reemplazarle con tantos puntos encima de la letra, como átomos haya. Asi se escribe $\dot{Ca}$ $\dddot{Si}$ en vez de Ca O + Si O^3 etc.

Cuando sucede que entran en el óxido dos átomos de la base se ha convenido generalmente en dividir la letra en dos por medio de una línea horizontal. Sin embargo, la dificultad de poner estas letras cruzadas en todos los cuerpos,

hace recurrir tambien á otros medios; asi es que se ha dividido la letra por medio de una limadura lineal, poniendo por ejemplo en vez de $Fe^2\ O^3$, $Cu^2\ O$, $\dddot{Fe}_2\ \dot{Cu}_2$; se ha puesto una línea debajo, $\underline{\dddot{Fe}}$, $\underline{\dot{Cu}}$; y finalmente, se han puesto números en forma de índices como $\dddot{Fe}^2$, $\dot{Cu}_2$ ó bien de primas como Fe» Cu».

Siendo muy abundantes, y á menudo muy complicados los súlfuros, se ha ideado representar los átomos de azufre por medio de comas puestas encima de la base. Asi es que se escribe $\overset{,}{Pb}$, $\overset{,,}{Fe}$, $\overset{,,,}{Sb}_2$, en vez de Pb Su, Fe Su_2,² Sb_2 Su,³ etc.

Segun este convenio, los cinco analisis que mas arriba, §. 131, hemos tomado por ejemplos de trasformaciones, deberán escribirse del modo siguiente:

1.ª—Cu Pb Su,² ó bien Cu Su + Pb Su, y tambien $\overset{,}{\dot{C}u}\,\overset{,}{Pb}$

2.ª—Cu^2 Pb Su,² . . . . Cu^2 Su + Pb Su . . . . . $\overset{,}{\dot{C}u}_2\,\overset{,}{Pb}$

3.ª—Cu^4 Pb Su,³ . . . 2 Cu^2 Su + Pb Su . . . . . $\overset{,}{\dot{C}u}_2\,\overset{,}{Pb}$

4.ª—$\dot{Cu}^8\,\dddot{Al}_2\,\dddot{Si}^2$, ... $\dot{Ca}^3\,\dddot{Si} + \dddot{Al}_2\,\dddot{Si}$

5.ª—$\dot{Ca}^3\,\dddot{Al}_2{}^2\,\dddot{Si}^3$, ... $\dot{Ca}^3\,\dddot{Si} + 2\dddot{Al}_2\,\dddot{Si}$

El repartimiento de los componentes proporciona en este caso mas facilidad para la espresion y comparacion.

§. 132. *Otra ley para los cuerpos oxigenados.*—Hay relativamente á la combinacion de los cuerpos oxigenados otra ley, por la que puede obtenerse tambien una comparacion fácil de las analisis. Esta ley consiste en que la cantidad de oxígeno de uno de los componentes suele ser un múltiple ó un sub-múltiple de la del otro. Se averiguan, pues, las cantidades de oxígeno de cada uno de los cuerpos cuyas dósis se han determinado en el analisis, y de aqui resultan relaciones que se reducen á su mas sencilla espre-

sion. Las analisis de los silicatos que en otro lugar hemos calculado, dan por este medio (1):

		Oxig.	Rel.			Oxig.	Rel.
Silice . . .	0,403	0,209	2	Silice . . .	0,424	0,220	3
Alúmina .	0,225	0,105	1	Alúmina .	0,311	0,146	2
Cal. . . .	0,372	0,104	1	Cal. . . .	0,362	0,073	1

Los números 2, 1 y 1, ó bien 3, 2 y 1 son entonces pesos relativos de oxígeno, que pueden caracterizar muy bien los cuerpos á que se refieren.

Signos mineralógicos.—Se usan tambien signos para indicar estas especies de relaciones, pero entonces se emplea letra cursiva para indicar que los elementos estan oxidados, y se escribe *Al*, *Ca*, *Si*, etc., en vez de $\dddot{\mathrm{Al}}_2$, $\dot{\mathrm{Ca}}$, $\dddot{\mathrm{Si}}$, etc. Cuando hay muchos óxidos de un mismo cuerpo, se usa la cursiva minúscula para el protóxido, y la mayúscula, ya sola ó ya con un signo adicional, para los óxidos mas elevados. Asi *fe* y *Fe, mn* y *Mn*, *cr y Cr*, $\overline{Cr}$, etc. son lo mismo que $\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\mathrm{Fe}}_2$, $\dot{\mathrm{Mn}}$, $\dddot{\mathrm{Mn}}_2$, $\dot{\mathrm{Cr}}$, $\dddot{\mathrm{Cr}}$, $\overset{\cdots\cdots}{\mathrm{Cr}}$, etc. El agua se espresa entonces generalmente por *Aq*, que equivale á Hy^2 O, ó $\dot{\mathrm{Hy}}_2$.

Sentado esto, nuestras dos combinaciones pueden escribirse tambien:

$$Ca\ Al\ Si^2 \text{ ó repartiendo } Ca\ Si + Al\ Si$$
$$Ca^2\ Al^2\ Si^3 \quad \text{——} \quad Ca\ Si + 2\ Al\ Si$$

Estas especies de signos, mas sencillos que los prece-

(1) Consultando la tabla inserta al fin de este artículo, se halla que 100 partes de sílice contienen 51,95 de oxígeno; para saber, pues, el oxígeno que contienen 0,403 de sílice, se hará la proporcion: 100 : 51,95 :: 0,403 : x = 0,209. Lo mismo se calculará para averiguar la composicion de los demas cuerpos.

dentes, se han llamado *signos mineralógicos*, porque siendo compuestos de óxidos la mayor parte de las sustancias minerales, pueden indicarse de este modo. Los demas signos se han llamado por oposicion, *signos químicos*, porque indican á la vez todas las relaciones químicas.

§. 134. *Paso de un signo á otro.*—Nada es mas fácil que pasar de uno de estos signos á otro, á saber:

1.º *Pasar del signo químico al signo mineralógico.*—No hay mas que contar los puntos que indican el oxígeno, multiplicarlos por los esponentes y los coeficientes, y simplificar despues si es posible las relaciones.

Sea por ejemplo la fórmula $\dot{Ca}^3\ \dddot{Si} + 3\ \dddot{Al}_2\ \dddot{Si}$. El primer término equivale á $Ca^3\ Si^3$ ó á 3 $Ca\ Si$. El segundo equivale á $Al^9\ Si^9$ ó á 9 $Al\ Si$. Por consiguiente el conjunto es 3 $Ca\ Si + 9\ Al\ Si$, ó bien, reduciendo, $Ca\ Si + 3\ Al\ Si$.

2.º *Pasar del signo mineralógico al signo químico.*—Es preciso multiplicar primero los esponentes por los coeficientes, restablecer despues los puntos en cada óxido, y los esponentes que deben multiplicarlos para obtener las mismas relaciones, y finalmente, volver á los coeficientes y simplificar si ha lugar.

Sea la fórmula 2 $Ca\ Si^3 + 3\ Al\ Si^3$: el primer término equivale á $Ca^2\ Si^6$ ó á $\dot{Ca}^2\ \dddot{Si}^2$ y 2 $\dot{Ca}\ \dddot{Si}$; y el segundo término equivale á $Al^3\ Si^9$ ó á $\dddot{Al}\ \dddot{Si}^3$; por consiguiente el todo es 2 $\dot{Ca}\ \dddot{Si} + \dddot{Al}\ \dddot{Si}^3$.

§. 135. *Referencia de los cuerpos isomorfos.*—Ahora se comprenderá mejor el isomorfismo de que hemos hablado, §. 46, y que consiste en que los compuestos de una misma fórmula, que contienen un mismo elemento electro-negativo, con ciertos elementos electro-positivos diferentes, presentan formas, si no idénticas siempre, por lo menos de un mismo género. Asi los súlfuros Pb Su, Ag Su, Zn Su, etc., son isomorfos á pesar de la diferencia de las bases, y tienen entre sí las mayores analogías; lo mismo sucede respecto de los sulfatos $Pb\ Su^3$, $Ba\ Su^3$, $Sr\ Su^3$, etc.,

de los carbonatos $mn\ C^2$, $Ma\ C^2$, etc., y de otras muchas sustancias. De aqui se deduce que ciertas bases son por sí mismas isomorfas; y otro tanto puede decirse de ciertos cuerpos electro-negativos, como el azufre y el selenio, ó bien el cloro, el iodo, el fluor, etc. Los cuerpos oxigenados isomorfos son en general los que presentan unas mismas relaciones atómicas: asi la alúmina $\dddot{Al}_2$, el peróxido de hierro $\dddot{Fe}_2$, el óxido de manganeso $\dddot{Mn}_2$, el óxido de cromo $\dddot{Cr}_2$, son isomorfos. Los óxidos $\dot{Ca}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Ma}$, etc., son tambien isomorfos. Sin embargo, no debe concluirse *à priori* que todo lo que tiene la misma fórmula es isomorfo, sino que es preciso consultar á la esperiencia sobre este punto; en efecto, se sabe que $\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{L}$, no son isomorfos de $\dot{Ca}$, $\dot{Fe}$, etc., que tienen la misma fórmula; si bien es verdad que estos cuerpos pueden sustituirse unos con otros en los compuestos.

DISCUSION DE LAS ANALISIS.

§. 136. *Necesidad.*—No siempre pueden trasformarse las analisis minerales tan fácilmente como las anteriores en relaciones atómicas, ó de cantidad de oxígeno: por el contrario sucede con frecuencia que no se obtienen de ninguno de los dos modos, sino números que no se pueden simplificar, lo cual consiste en que rara vez han cristalizado solas las materias minerales, y en que por consiguiente una de ellas ha arrastrado consigo cierta cantidad de las demas. Esto es en efecto lo que sucede en los laboratorios, cuando se hallan juntas muchas sales en una misma disolucion. Pero estas mezclas ocultan las proporciones, y es preciso procurar ponerlas de manifiesto en medio de las complicaciones que puede presentar la naturaleza; y este trabajo es lo que yo llamo *discusion de la analisis*, esto es, separacion de lo que es propio del cuerpo y de lo que le es estraño.

Bases de la discusion y aplicacion.—Las observaciones de laboratorio nos dan á conocer dos especies de mezclas; unas que se verifican en todas las proporciones, y otras que por el contrario no se efectuan nunca sino en muy corta cantidad.

1.º Las mezclas en todas proporciones se verifican entre sales que tienen la misma fórmula de composicion, aunque puedan ser de bases diferentes. Asi es que cuando se ponen juntos en una misma disolucion los alumbres de base de alúmina y de potasa, de alúmina y de amoniaco, de peróxido de hierro y de potasa, de óxido de cromo (*Cr*.) y de potasa, etc., se mezclan entre sí de todos modos durante la cristalizacion, y de tal suerte que no hay un cristal que no contenga todos estos alumbres, casi como la disolucion misma. Cada uno presenta entonces la composicion $3\ Al\ Su^3 + K\ Su^3 + 24\ Aq$, que es la del alumbre ordinario, con mas ó menos cantidad de

$$3\ Fe\ Su^3 + K\ Su^3 + 24\ Aq$$
$$3\ Cr\ Su^3 + K\ Su^3 + 24\ Aq, \text{ etc.}$$

lo cual puede representarse de un modo general bajo la forma de

$$3\ (Al, Fe, Cr, \text{etc.})\ Su^3 + K\ Su^3 + 24\ Aq$$

encerrando entre paréntesis las bases análogas, y dejando indeterminada cada una de ellas, es decir, que entonces la suma de las cantidades de oxígeno contenidas en estas bases, es la que está con la cantidad de oxígeno contenida en el ácido en la proporcion de 1 á 3.

Ejemplo de mezcla natural.—Lo mismo sucede precisamente en la naturaleza, y reuniendo las cantidades de oxígeno de las diversas bases análogas, se consigue hallar fórmulas regulares donde no podia lograrse de otro modo. Por ejemplo, el analisis siguiente:

		Pesos.	Oxígeno.	Sumas parc.	Relac.
Sílice	*Si*. . .	0,395	0,205	0,205	2
Alúmina	*Al*. . .	0,149	0,069	0,101	1
Peróxido de hierro.	*Fe*. . .	0,104	0,032		
Cal	*Ca*. . .	0,118	0,033	0,102	1
Magnesia	*Ma*. . .	0,101	0,039		
Protóxido de hierro.	*fe* . . .	0,692	0,021		
Protóxido de manganesa	*mn*. . .	0,040	0,009		
		0,999			

no presenta nada de satisfactorio cuando se tratan de comparar las cantidades de oxígeno, pero si se reune por una parte la alúmina y el peróxido de hierro que pueden reemplazarse en los compuestos, y por otra los protóxidos de hierro y de manganeso, la cal y la magnesia, que se reemplazan tambien, las sumas de oxígeno estan tambien en relaciones simples entre sí y con el oxígeno de la sílice, de modo que se obtiene 1, 1 y 2 para estas relaciones; por consiguiente la fórmuia de esta sustancia complicada es $(Ma, Ca, mn, fe)(Fe, Al) Si^2$: es decir, que la sustancia es una mezcla de diversas materias de una misma fórmula, á saber: $Ma\ Al\ Si^2$ composicion innominada, $Ca\ Fe\ Si^2$ que forma lo que se llama la *melanita*, $Ca\ Al\ Si^2$, ó sea la *grosularia*, $fe\ Al\ Si^2$ ó sea la *almandina*, $mn\ Al\ Si^2$ ó *espesartina*.

Para calcular en peso las cantidades relativas de estos cuerpos, es preciso componer primero cada uno de ellos teóricamente por cantidades de oxígeno, y buscar despues segun estas cantidades las de las materias siguientes. Asi se tomará :

	Oxígeno.					
Ma	0,039	que forman	Magnesia.	0,101	0.337	*Ma Al* Si^2
Al	0,039	——	Alúmina.	0,086		
Si^2	0,078	——	Sílice.	0,150		
Ca	0,032	——	Cal.	0,114	0,341	Melanita.
Fe	0,032	——	Peróxido de hierro. . .	0,104		
Si^2	0,064	——	Sílice.	0,123		
Resto de *Ca*	0,001	——	Cal.	0,004	0,010	Grosularia.
Al	0,001	——	Alúmina.	0,002		
Si^2	0,002	——	Sílice.	0,082		
fe	0,021	——	Protóxido de hierro. . .	0,092	0,218	Almandina.
Al	0,021	——	Alúmina	0,045		
Si^2	0,042	——	Sílice.	0,004		
mn	0,008	——	Protóxido de manganeso.	0,036	0,082	Espesartina.
Resto de *Al*	0,008	——	Alúmina.	0,015		
Si^2	0,016	——	Sílice.	0,031		
Resto de *mn*	0,001	*mn* Si^2?	Protóxido de manganeso.	0,004	0,010	Kieselmangan?
Resto de *Si*	0,003		Sílice.	0,006		
				0,998		

Para hacer estos cálculos, se usan las tablas de composicion de los óxidos. Hallando, por ejemplo, que 100 de magnesia contienen 38,71 de oxígeno, se hace para la primera sustáncia la proporcion siguiente: 38,71 : 100 ::

0,039 : x = 0,101 ; y lo mismo para todas las demas.

2.° Las mezclas que se hacen en cortas cantidades se verifican particularmente entre materias heterogéneas. Cuando se encuentran en nuestros laboratorios en una misma disolucion muchas sales de fórmulas diferentes, es raro que una de ellas se precipite sin arrastrar consigo una pequeña parte de unas ú otras. Cuando cristalizan las sales en una materia en forma de papilla, la arrastran tambien consigo, y aun algunas veces en gran cantidad.

Es evidente que lo mismo debe suceder en la naturaleza, y que por consiguiente presentándonos en conjunto el analisis de los minerales, óxidos pertenecientes á diversas sustancias, no debe ofrecernos las relaciones simples que hemos indicado. Asi es como se esplican una multitud de anomalías aparentes.

Para discutir las analisis en estos casos de mezclas, es preciso procurar adquirir visitando las localidades ó examinando las séries de ejemplares recogidos en un mismo lugar, el conocimiento de las materias que han podido cristalizar juntas, y por consiguiente mezclarse. Es preciso saber la composicion de todas estas materias, y formar sus fórmulas, al menos aproximadamente, para discutir despues todos los resultados y llegar por fin á las fórmulas reales.

Ejemplo de mezcla natural.—Cuando las materias mezcladas contienen bases diferentes, siempre es fácil estraerlas. Por ejemplo, sabiendo que una sustancia cuya fórmula ordinaria es $Ca\ Ma^3\ Si^9$ ha cristalizado al mismo tiempo que otra cuya fórmula es $Ca\ Al\ Si^2$, será fácil reducir el analisis siguiente á la verdadera fórmula que es al principio imposible de establecer:

		Oxígeno.
Sílice	0,582	0,302
Alúmina	0,024	0,011
Cal.	0,151	0,042
Magnesia	0,241	0,093

En efecto, conteniendo en este caso la alúmina 0,011 de oxígeno, se formará el compuesto *Ca Al* Si^2 sobre esta base, á saber:

	Oxígeno.				Relacion.
Al.	0,011	y quedará oxígeno de la sílice.	. .	0,269	9
Ca.	0,011	— —	cal. . . .	0,031	1
Si^2	0,022	— —	magnesia.	0,093	3

Se vé que estos restos de oxígeno estan precisamente en la relacion que constituye la primera fórmula. Pueden calcularse, si se quiere, los pesos correspondientes como arriba hemos hecho.

Otro ejemplo.—La discusion presenta al parecer algo mas dificultad cuando las sustancias mezcladas se componen de unos mismos elementos en diversas proporciones, por ejemplo de *Ca Si* y *Ca* Si^2; pero pronto se echa de ver que no se necesita mas que repartir cantidades dadas cada una en otras muchas, de tal modo que las partes de uno de los números esten con las partes del otro en relaciones dadas; y entonces el problema es uno de los mas sencillos del álgebra.

Sea el analisis { Sílice 0,497 con 0,258 de oxígeno.
{ Cal 0,502 con 0,141

que se supone ser una mezcla de *Ca Si* y *Ca* Si^2. Se trata de repartir cada uno de los números 0,258 y 0,141 en otros dos, x é y para el primero y x' é y' para el segundo; de modo que x esté con x' en la relacion de 1 á 1 segun la fórmula *Ca Si*, y que y esté con y' en la relacion de 1 á $\frac{1}{2}$ segun la fórmula *Ca* Si^2.

Tendremos, pues, por una parte $x + y = 0{,}258$, y por

otra $x' + y'$ ó $x + \frac{1}{2}\, y = 0{,}141$. De estas dos ecuaciones en x é y, se deducirá:

$x = 0{,}024$ oxígeno de la sílice } en la fórmula *Ca Si*.
$x' = x = 0{,}024$ oxígeno de la cal }

$y = 0{,}234$ oxígeno de la sílice } en la fórmula *Ca Si?*
$y' = \frac{1}{2}\, y = 0{,}117$ oxígeno de la cal }

Los pesos correspondientes de sílice y de cal se calcularán como queda dicho.

Cuadro de los pesos atómicos y de las composiciones mas útiles.

NOMBRES.	PESOS ATÓMICOS.	SIGNOS.	COMPOSICION.			
			CUERPOS ELECT.-NEGAT.		CUERPOS ELECT.-POSIT.	
Acido azótico.	677,036	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Az}_2$	Ox.	=73,852	Az	=26,148
— bórico.	872,409	$\dddot{Bo}$	Ox.	68,78	Bo	31,22
— carbónico.	275,005	$\ddot{C}$	Ox.	72,726	C.	27,274
— fosfórico.	892,285	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{Ph}_2$	Ox.	56,03	Ph	43,97
— sulfúrico.	501,165	$\dddot{Su}$	Ox.	59,86	Su	40,14
Agua.	112,479	$\dot{Hy}_2$	Ox.	88,91	Hy	11,09
Alúmina.	642,332	$\dddot{Al}_2$	Ox.	46,70	Al	53,30
Antimonio.	806,452	Sb				
Arsénico.	470,042	Ar				
Azufre.	201,165	Su				
Barita.	956,880	$\dot{Ba}$	Ox.	10,45	Ba	89,55
Bismuto.	1330,377	Bi				
Cal.	356,019	$\dot{Ca}$	Ox.	28,09	Ca	71,91
Carbonato de cal.	631,024	$\dot{Ca}\,\ddot{C}$	$\ddot{C}$	43,71	$\dot{Ca}$	56,29
Carbono.	75,005	C				
Cloro.	221,326	Ch				
Cloruro de plata.	1794,258	$Ag\,Ch^2$	Ch.	24,67	Ag.	75,33
Cobalto.	368,991	Co				
Cobre.	395,695	Cu				
Estaño.	735,294	Sn				
Estronciana.	647,285	$\dot{Sr}$	Ox.	15,45	Sr	84,53
Fluor.	116,900	Fl				
Hidrógeno.	6,2398	Hy				
Hierro.	339,205	Fe				
Litina.	127,757	$\dot{L}$	Ox.	44,56	Li	55,44
Magnesia.	258,352	$\dot{Ma}$	Ox.	38,71	Ma	61,29
Mercurio.	1265,823	Hg				
Nickel.	369,675	Ni				
Oxido cobaltoso.	468,991	$\dot{Co}$	Ox.	21,32	Co	78,68
— cuprico.	495,695	$\dot{Cu}$	Ox.	20,17	Cu	79,83
— ferroso.	439,205	$\dot{Fe}$	Ox.	22,77	Fe	77,23
— férrico.	978,409	$\dddot{Fe}_2$	Ox.	30,66	Fe	69,34
— mangánico.	991,774	$\dddot{Mn}_2$	Ox.	30,25	Mn	69,75
— manganoso.	445,887	$\dot{Mn}$	Ox.	22,43	Mn	77,57
— permangánico.	545,887	$\ddot{Mn}$	Ox.	36,64	Mn	63,36
— plomoso.	1394,498	$\dot{Pb}$	Ox.	7,171	Pl	92,829
— estannico.	935,294	$\ddot{Sn}$	Ox.	21,38	Sn	78,62
— zincico.	503,226	$\dot{Zn}$	Ox.	19,87	Zn	80,13
Plata.	1351,607	Ag				
Plomo.	1294,498	Pb				
Potasa.	589,916	$\dot{K}$	Ox.	16,95	K	83,05
Sílice.	577,312	$\ddot{Si}$	Ox.	25,58	Si	48,04
Sosa.	390,897	$\dot{Na}$	Ox.	15,45	Na	74,42
Sulfato barítico.	1458,045	$\dot{Ba}\,\dddot{Su}$	$\dddot{Su}$	34,37	$\dot{Ba}$	65,63
— plomoso.	1895,663	$\dot{Pb}\,\dddot{Su}$	$\dddot{Su}$	26,44	$\dot{Pb}$	73,56
Zinc.	403,226	Zn				

CLASIFICACION DE LOS MINERALES.

§. 137. *Definicion y objeto de las clasificaciones.*—La palabra clasificacion es estensiva á toda especie de arreglo entre un cierto número de cuerpos, bien se haga con el objeto de poderlos encontrar y distinguir á cada uno de los demas, bien con el de hacer resaltar las analogías y diferencias que puedan ofrecer.

Si se trata únicamente de encontrar un cuerpo entre muchos cuando se necesita, como los libros en una biblioteca, cualquiera clasificacion puede ser buena, procediendo con algun cuidado, y para ello hay una infinidad de métodos: puede ponerse, por ejemplo, en cada uno de los cuerpos un signo distintivo, apuntándolo despues en un catálogo, ó bien servirse de alguno de los signos mas notables que pueden ofrecer los mismos cuerpos, como la magnitud, la forma, el color, etc.

Si el objeto es hacer resaltar las analogías ó diferencias que los cuerpos pueden ofrecer, no hay mas que una especie de arreglo practicable, y es el que resulta de comparar unos con otros todos estos cuerpos del modo mas completo posible; y será tanto mas perfecto este arreglo, cuanto mayor sea el número de puntos sobre que verse la comparacion, y esta perfeccion tanto mas completa á medida que vayan encontrándose nuevos medios de confrontacion, y que vaya conociéndose mejor el grado de importancia de las diferentes relaciones, las que deben observarse cuidadosamente y las de que puede prescindirse sin inconveniente.

§. 138. *Clasificacion natural.*—En historia natural debemos indudablemente atenernos á esta última clasificacion, que procede siempre por analogías y diferencias, y cuyo objeto es coordinar rigorosamente los resultados de las investigaciones á que se han dedicado tantos hombres célebres. Esta es en efecto la que al presente se halla adoptada en todas partes, y la que se designa con el nombre de *clasificacion*

natural ó *método natural*, por oposicion á todos los arreglos arbitrarios, llamados *métodos artificiales*, ideados en otro tiempo con el objeto de facilitar la distincion y el conocimiento de los diferentes seres, por algunos de los signos aparentes que presentaban.

Division de la clasificacion.—Toda clasificacion comprende divisiones y subdivisiones sucesivas, por medio de las cuales se llega, de la coleccion total, á cada uno de los cuerpos que la componen; y la clasificacion natural es susceptible de ellas como cualquiera otra. En primer lugar presenta algunas grandes secciones fundadas en analogías que cuadran á un gran número de seres: ofrece despues en cada una de estas secciones divisiones y subdivisiones por analogías que cuadran sucesivamente á un número menor; hasta que por fin se llega al individuo, esto es, á un ser de que pueden muy bien existir diferentes ejemplares, pero entre los cuales no es ya posible establecer diferencias importantes. En su consecuencia, toda la historia natural se divide en *tres reinos* (animal, vegetal y mineral), cada reino en *clases*, cada clase en *órdenes*, cada órden en *familias* y en *tribus*, cada familia en *géneros*, y cada género en *especies*.

Defínese generalmente la *especie*, un conjunto de individuos semejantes, ó una reunion de los individuos que tienen entre sí mas analogías que con todos los otros.

El *género* es la reunion de las especies que tienen entre sí mas analogías de toda especie que con todas las demas.

Las *tribus*, las *familias*, etc., son asimismo reuniones sucesivas de géneros, de tribus, etc., que tienen entre sí mas analogías que con todas las demas.

§. 139. *Medios de comparar los cuerpos brutos.*—Para clasificar los cuerpos brutos en el órden de las analogías, se los debe comparar cuidadosamente unos con otros, y esto se hace por medio de las diversas propiedades físicas y químicas que hemos estudiado. Pero no todas estas propiedades son capaces de establecer analogías ó diferencias de igual importancia: de poco valor seria, por ejemplo, la analogía ó la diferencia que se tomase del estado térreo,

puesto que todas las sustancias pueden presentarse en este estado; el color seria igualmente de muy poca importancia, á menos que no fuese inherente á la naturaleza misma de los cuerpos, puesto que se sabe que un mismo cuerpo puede revestirse accidentalmente de todos los colores. De lo dicho se infiere, que es preciso hacer cierta eleccion entre las diversas propiedades, para poder establecer comparaciones capaces de dar un resultado importante.

Basta recordar los diversos pormenores que dejamos espuestos, para conocer, que las propiedades realmente importantes para comparar los cuerpos brutos, son las formas cristalinas, la esfoliacion, los fenómenos de refraccion simple ó doble, la polarizacion por reflexion, el estado elástico, la dureza, el peso específico y la composicion química. De las demas propiedades, unas son accidentales, y por consiguiente inútiles para la comparacion, y otras variables segun las leyes de que tenemos conocimiento, ó bien aplicables á muy pocos cuerpos.

Nótese tambien que los cuerpos brutos se hallan frecuentemente destituidos de formas regulares, no ofreciendo sino estructuras de agregacion; que suelen ser opacos, y que por consiguiente es imposible observar en ellos la refraccion, y en fin, que son á veces empañados y sin tersura, y que por lo mismo no puede apreciarse en ellos el ángulo de polarizacion. De aqui resulta que la composicion química, despues de una discusion prévia de las analisis, es las mas veces el único medio posible de comparacion, y que por lo tanto es en realidad el carácter mas importante de los minerales.

§. 140. *Individuo mineralógico.*—Tratándose de cuerpos organizados, desde luego se forma una idea clara del *individuo*, en razon de que componiéndose todos estos cuerpos de partes que tienen formas y posiciones relativas definitivamente establecidas, es por lo general imposible dividirlos sin destruirlos: esto es lo que se espresa por la palabra individuo.

En las materias brutas no es ya tan fácil adquirir la

idea de individualidad, y aun puede decirse que es imposible si solo se las considera por sus relaciones puramente físicas; lo cual depende de que ni la forma ni la estructura son esenciales á estos cuerpos, §. 3, y que por lo mismo pueden ser divididos y subdivididos hasta el infinito sin dejar por eso de existir, puesto que la menor de sus partículas posee siempre las mismas propiedades que el todo. Pero desde el momento que se considera á los cuerpos brutos bajo el punto de vista de las relaciones químicas, la cuestion muda de aspecto y se hace manifiesto el individuo. En efecto, hay ciertas operaciones químicas, que no pueden practicarse en estos cuerpos sin desnaturalizarlos, sin dividirlos en partes heterogéneas si son compuestos, sin hacerlos pasar á nuevos cuerpos si son simples. Estas operaciones son, pues, los límites de la divisibilidad de los cuerpos brutos, y por su medio se individualizan estos cuerpos.

De lo dicho resulta, que el *individuo mineralógico* no puede ser mas que *un cuerpo simple, un elemento,* ó bien un *conjunto de cierto número de elementos, reunidos en ciertas proporciones relativas.*

§. 141. *Especie mineralógiea.*—Segun esto, la especie mineralógica, que debe ser una reunion de individuos semejantes ó de individuos que tengan entre sí mas analogías que con todos los demas, se define naturalmente una *reunion de cuerpos formados de unos mismos principios y en unas mismas proporciones.*

Los cuerpos que se hallan reunidos segun este principio, suelen asemejarse tambien en todas las propiedades físicas importantes; sin embargo, deben esceptuarse los casos de dimorfismos y de isomorfismos, en que no hay conformidad alguna entre los caractéres físicos y los caractéres químicos.

Algunos naturalistas, tomando en consideracion el dimorphismo, han modificado algo la nocion precedente, y definido la especie mineral: una *reunion de cuerpos, formados de unos mismos elementos, en una misma proporcion, y en un*

mismo estado de agregacion molecular. De donde resulta que un mismo cuerpo, en dos sistemas de formas diferentes, debe constituir dos especies, que se caracterizan entonces por las propiedades físicas.

§. 142 *Géneros mineralógicos.*—El género debe ser la reunion de las especies que tienen entre sí mas analogías que con todas las otras. Pero bajo el punto de vista químico, las especies mas análogas son las que contienen unos mismos principios combinados en proporciones diferentes; de modo que cuerpos tales como Pb Su, Pb Su^2 , Pb Su^3 , etc., deberian al parecer formar naturalmente un género, cuyas especies estarian caracterizadas por las proporciones relativas.

Sin embargo, este modo de agrupar las especies no satisface la condicion de reunir las que tienen mas semejanza bajo todos aspectos. Hay otro en que, con analogías químicas de un órden diferente, las especies tienen al mismo tiempo tales analogías físicas, que á veces es imposible distinguirlas unas de otras á primera vista. Asi sucede cuando cuerpos isomorfos llegan á reemplazarse en una combinacion; por ejemplo, Pb Su, Ag Su, Zn Su, etc., cuyas bases son isomorfas y el principio electro-negativo comun, tienen entre sí grandes analogías físicas.

Resulta de aquí, que para reunir en géneros las especies mas análogas por el conjunto de todos sus caractéres, es preciso juntar *las que contienen bases isomorfas combinadas, segun unas mismas relaciones atómicas, con un mismo principio electro-negativo.* Tal es la definicion del género natural, que en tal caso se caracteriza por el elemento electro-negativo y por las propiedades físicas.

§. 143. *Tribus mineralógicas.*—Las especies isomorfas no resultan únicamente de la sustitucion de una base por otra; fórmanse tambien por sustituciones de principios electro-negativos isomorfos; de modo que hay géneros isomorfos que tienen por consiguiente las mayores relaciones entre sí, y que deben colocarse unos cerca de otros. De aqui resultan tambien nuevos grupos muy naturales,

que pueden designarse con el nombre de *tribus mineralógicas*. Por ejemplo, los cuerpos:

Pb Su, Ag Su, etc., forman un género de sulfuros isomorfos.

Pb Se, Ag Se, etc., forman un género de seleniuros isomorfos entre sí, y con los sulfuros correspondientes.

Pb Te, Ag Te etc., forman un género de teluriuros isomorfos entre sí y con los compuestos precedentes.

Estos tres géneros constituyen un grupo de cuerpos muy análogos, tanto por los caractéres físicos, como por las fórmulas de composicion, y pueden llamarse una tribu.

Géneros caracterizados por otras fórmulas como Cu^2 Su, Cu^2 Se, etc., ó bien Ag Su + Cu^2 Su y Ag Se + Cu^2 Se, etc., formarian otras tribus, aproximadas á las precedentes, y que se distinguirian por otras analogías físicas.

§. 144. *Familias mineralógicas.*—La idea de familia se presenta ahora de un modo muy natural; es la reunion de diversas tribus formadas por los diferentes géneros de isomorfismo que resultan de las diversas proporciones en que pueden hallarse los cuerpos en los compuestos. Asi en el cuadro siguiente los diferentes géneros isomorfos de sulfuros, seleniuros, teluriuros, etc., simples, dobles ó triples, forman diversas tribus, cuyo conjunto constituye una familia, ó muchas tomando en consideracion el número de los elementos reunidos.

	1.a especie. 2.a especie. 3.a especie.		Compuestos binarios.
1.a tribu ó grupo de géneros isomorfos.	$Pb\,Su$, $Ag\,Su$, $Zn\,Su$, etc.,	1.er género.	
	$Pb\,Se$, $Ag\,Se$, etc.,	2.º género.	
	$Pb\,Te$, $Ag\,Te$, etc.,	3.er género.	
2.a tribu otro grupo de géneros isomorfos.	$Cu^2\,Su$, etc.,	1.er género.	
	$Cu^2\,Se$, etc.,	2.º género.	
3.a tribu otro grupo de géneros isomorfos.	$Ag\,Su + Cu^2\,Su$, 1.a especie	1.er género.	Compuestos ternarios.
	$Fe\,Su + Cu^2\,Su$, 2.a especie		
	$Ag\,Se + Cu^2\,Se$,	2.º género.	
Tipos de diversas tribus.	$Sb^2\,Su^3 + Ag\,Su$, 1.a especie	género.	
	$Sb^2\,Su^3 + Pb\,Su$, 2.a especie		
	$Sb^2\,Su^3 + 3Ag\,Su$, 1.a especie	género.	
	$Sb^2\,Su^3 + 3Pb\,Su$, 2.a especie		
	$Sb^2\,Su^3 + 3Fe\,Su$, 3.a especie		
Tribus diversas.	$(Sb^2\,Su^3 + 3Cu^2\,Su) + 2\,(Sb^2\,Su^3 + 3Pb\,Su)$		Compuestos cuaternarios.
	$(Sb^2\,Su^3 + 9Cu^2\,Su) + 4\,(Sb^2\,Su^3 + 9Ag\,Su)$		
	$2\,(Sb^2\,Su^3 + 4Cu^2\,Su) + (Sb^2\,Su^3 + 4Fe\,Su)$		

Ordenes.—La reunion de estas especies de familias constituiria otros grupos de cuerpos análogos, que estarian caracterizados por los principios electro-negativos isomorfos, y que podrian llamarse *órdenes*.

Clases.—Para reunir en grupos los órdenes, se tendria en consideracion el estado en que se hallan los principios electro-negativos en los compuestos. Así los sulfuros, seleniuros, y teluriuros, formarian familias, que reunidas constituirian un órden. Los sulfatos, seleniatos y teluriatos. formarian otro órden, y estas especies de grupos compondrian una *clase,* fácil de caracterizar por las propiedades químicas.

La disposicion de las clases entre sí resultaria de la comparacion de los diferentes cuerpos simples que les sirven de tipos, y dependeria de la clasificacion misma de estos cuerpos segun su mayor ó menor analogía.

Observaciones.—En el estado actual de nuestros conoci-

mientos, y aunque el número de los compuestos naturales conocidos sea ya bastante grande, es imposible establecer completamente esa especie de subordinacion de los grupos, y se encuentran vacios enormes, que ni aun podemos llenar con los productos de laboratorio. Es muy frecuente no hallar mas que un solo cuerpo para representar todos los grados desde la clase hasta la especie. Ademas hay muchas especies, cada una de las cuales es el tipo de un género que podrá formarse en lo sucesivo; pero hay pocos géneros análogos y á veces ninguno, y no pueden establecerse tribus ni familias; por consiguiente estas especies forman un gran todo casi indivisible, al que no se sabe qué nombre dar. De aqui resulta que el conjunto de los minerales conocidos no presenta mas que grupos de especies aisladas y muchas veces numerosas, y aquí y allí algunos indicios de clases con algunas divisiones incompletas, como se ve en el cuadro de las especies con que termina este artículo.

§. 145. *Nomenclatura.*—Resulta tambien de los vacios que acabamos de indicar en la série de los cuerpos brutos, que solo han recibido nombres las especies; pues no ha ocurrido nunca la necesidad de inventar nombres de géneros, y si hay algunos, es porque los cuerpos á que se refieren, se habian considerado en otro tiempo como una sola especie, que ha sido dividida despues á consecuencia de los progresos de la ciencia. Con mayor razon no hay nombres de tribus, de familias, de órdenes ni de clases, puesto que la mayor parte de estas divisiones, que el conjunto de nuestros conocimientos nos hace prever, no son en realidad mas que cuadros vacios.

De aquí resulta tambien que los seres no se designan en mineralogia como en las demas partes de la historia natural, con dos nombres, uno de género y otro de especie, sistema de nomenclatura que ha hecho eminentes servicios á la botánica y á la zoología.

§. 146. *Variedades de la especie.*—En el reino mineral, asi como en todas las demas partes de la historia natural,

puede subdividirse la especie en variedades. La distincion está fundada en la diversidad de las formas, que pueden ser regulares, obliteradas, prestadas y accidentales de muchos modos, en las diversas especies de estructuras, en los grados de trasparencia ó de opacidad, en el brillo, en los colores accidentales, en las diversas especies de mezclas, etc., etc. Cada uno es dueño de distinguir lo que quiera, limitándose empero á cosas de determinada importancia.

Mestizos mineralógicos.—Hay en los animales especies aproximadas que pueden cruzarse de todos modos, dando orígen á seres que participen de sus dos progenitores, como el mulo, y á los que se da el nombre de *mestizos*, y se les coloca en el método segun la especie con que han conservado mas relaciones.

Del mismo modo hay tambien verdaderos mestizos en los minerales, que resultan de la mezcla de materias isomorfas en todas proporciones. Cuando en estas mezclas hay una materia que domina, deben colocarse evidentemente los cuerpos despues de la especie que está constituida por esta materia; pero cuando todas las materias estan mezcladas en partes casi iguales, no hay otro medio que colocarlas en forma de apéndice al fin del género de que forman esencialmente parte todas las especies mezcladas.

§. 147. *Cuadro de las especies.*—En el cuadro siguiente, en que hemos reunido una gran parte de las especies minerales, hemos cuidado, mas que de dar una nomenclatura, de indicar las diversas analogías que pueden tener las materias entre sí. Puede leérsele á la vez en la direccion vertical y en la horizontal, siendo imposible que por medio de esta doble lectura no se echen de ver las relaciones de composicion, que dan en general las de todos los demas caractéres. Hemos indicado tambien las reuniones de especies que forman tipos de géneros y tribus, en las diversas clases, mas ó menos artificiales, en que se divide el conjunto de los minerales conocidos.

ESTRACTO DEL CUADR

Paladio	Pa	Plomo	Pb
Platina	Pl	Masicot	$\dot{Pb}$ ó *Pb*
Oro	Au	Minio	$\dddot{Pb}_2$
Plata	Ag		
Mercurio	Hg	Cobre	Cu
Amalgama	Ag Hg^2	Ziguelina	$\dot{Cu}_2$

PRIMER

	Siderides.		**Manganides.**	
	Hierro	Fe		
			Pirolusita	$\ddot{Mn}$
Tribu.	Oligisto	$\dddot{Fe}_2$ ó *Fe*	Braunita	$\dddot{Mn}_2$ ó *Mn*
Tipos de tribu.	Limonita	Fe^2 *Aq*		
	Goetita	Fe^3 *Aq*	Acerdesa	Mn^3 *Aq*
	Iman	*fe* Fe^3	Hausmanita	*mn* Mn^3
	Franklinita	(*fe*, *Zn*) Fe^3	Zinc oxid. rojo	*Zn* *Mn*
			Psilomelana	*Ba* $Mn^4 + 2\,Aq$

SEGUND

	Tantalides.	**Tungstides.**
Tantalita	*fe* ta^2 ?	Acido tungstic
Itrotantala	*y*, *Ta*	Wolfram
Columbita	(*fe*, *mn*) Ta^2	Schelita
Bayerina	$(3\,fe^2 + mn)\,Ta^2$	Schelitina

Melaconisa $\dot{Cu}$ ó *Cu*

Oxido cobáltico $\dddot{Co}_2$ ó *Co*
Oxido cobáltico y manganico *Co*, *Mn*, *Aq*

LASE.

Cromides.

xido cromico $\dddot{Cr}_2$ ó *Cr*

nnominada Cr^3 Aq

derocromo (*fe*, *Ma*), *Cr*

rocoisa $Pb \bar{C}r^2$

auquelinita $2\, Pb \bar{C}r^2 + Cu \bar{C}r^2$

Aluminides.

Corindon	$\dddot{Al}_2$ ó Al
Gibsita	Al Aq
Innominada	Al^3 Aq^2
Diaspora	Al^3 Aq
Cimofana	Gl Al^3
Espinela	Ma Al^3
Gahnita	Zn Al^3
Pleonasta?	$(fe\, Ma)\, Al^3$
Plombgoma	$Pb\, Al^6 + 6\, Aq$
Innominada	$Ca\, Al^2 + 6\, Aq$

LASE.

ı ó *Tu*
fe, mn) Tu^3
tu^3 } género
tu^3

Molibdides.

Acido molíbdico $\dddot{Mo}$ ó *Mo*
Melinosa $Pb\, Mo^3$

Uranides.

Pechurana $\dot{U}^2$ $\dddot{U}_2$

Uraconisa $\dddot{U}_2$

CUADRO DE LA

TERCER

Titanides.

Rutila	$\ddot{Ti}$ ó *Ti*
Anatasa	
Brockita	
Nigrina	*fe*, *Ti*
Crichtonita	*fe*, *Ti*
Polimignita	(*Z*, *y*, *Ca*, *fe*, *mn*, *ce*), ***Ti***
Æquinita	(*Ca*, *ce*, *Zi*), *Ti*
Pyrocloro	(*Ca*, *ce*, *u*, *fe*), ***Ti***
Sfena	$Ca\ Ti + Ca\ Si^6$

Bismuto Bi
Oxido de bismuto

Antimonides

Antimonio Sb

Antimoniuro

Discrasa	$Ag^2\ Sb$
Innominada	$Ag^3\ Sb$

Antimoniuro de Nickel Ni Sb

Antimonickel $Ni\ Sb^2 + Ni\ Su^2$

Oxidos.

Exitela	$\dddot{Sb}$
Stibiconisa	$\dddot{Sb}_2$, Aq

CUART

Osmiuro de iridio

Arsenides

Arsénico

Arseniuro

Arseniuro de plata

Arseniuro de antimon
— de bismuto
Esmaltina
Otra
Nickelina
Otra
Disomosa
Cobaltina
Mispickel
Tennantita

Oxidos.

Acido arsenioso

ESPECIES MINERALES.

CLASE.

Estannides.

Casiterita $\ddot{Sn}$ ó Sn

Vestigios de { $(Ca, fe, mn)\ Sn^2$; $Ca\ Sn$; $Al\ Sn$ }

CLASE.

Fosforides

Fosfuros análogos á los arseniuros en los compuestos artificiales.

Ar

$Co\ Ar$

$Co\ Ar$

$Ni\ Ar$

$Ni\ Ar^2$

$Ni\ Ar^2 + Ni\ Su^2$

$Co\ Ar^2 + Co\ Su^2$ } género y tipo de tribu.

$Fe\ Ar^2 + Fe\ Su^2$

$Fe\ Ar^2 + Fe\ Su^2 + 9\ Cu\ Su$?

$\dddot{Ar}_2$

CUADRO DE LA

Antimoniatos.	Arseniatos
Muchos antimoniatos de los laboratorios corresponden á los arseniatos: hay indicios de ellos en la naturaleza.	Tribu { Mimetesa
	Olivenita
	Farmacolita
	Haidingerita
	Arsenicita
	Erinita
	Afanesa
	Liroconita
	Scorodita

Fosfatos.

	Apatita	$3\ \dot{Ca}^3\ \ddot{Ph}^2 + \left\{\begin{matrix} Ca\ Ch^2 \\ Ca\ Fl^2 \end{matrix}\right.$ (género.)
$\dot{Pb}^3\ \ddot{Ar}_2 + Pb\ \ Ch^3$	Piromorfita	$3\ \dot{Pb}^3\ \ddot{Ph}^2 + Ca\ Fl^2$ (género.)
	Wagnerita	$\dot{Ma}^3\ \ddot{Ph}_2 + Ma\ Fl^2$
	Xenotima	$\dot{Y}^3\ \ddot{Ph}_2$
	Triplita	$(\dot{Fe}^4 + \dot{Mn}^4)\ \ddot{Ph}?_2$
	Trifilina	$6\ (\dot{Mn}^3, \dot{Fe}^3)\ \ddot{Ph}_2 + \dot{L}^3\ \ddot{Ph}_2$
	Fosf. de cobre	$\dot{Cu}^4\ \ddot{Ph}_2$
$\dot{Cu}^5\ \ddot{Ar}_2$		
	Klaprotina	$\dot{Ma}^5\ \ddot{Ph}_2 + \ddot{Al}_2^5\ \ddot{Ph}_2^3$?
	Ambligonita	$\dot{L}^4\ \ddot{Ph}_2 + \ddot{Al}_2^4\ \ddot{Ph}_2^3$
$\dot{Ca}^2\ \ddot{Ar}_2 + 6\ Aq$		
$\dot{Ca}^2\ \ddot{Ar}_2 + 3\ Aq$		
$\dot{Ca}^5\ \ddot{Ar}_2 + 15\ Aq$		
	Aferesa	$\dot{Cu}^4\ \ddot{Ph}_2 + 2\ Aq?$
	Ipoleima	$\dot{Cu}^5\ \ddot{Ph}_2 + 5\ Aq?$
$3\ \dot{Cu}^5\ \ddot{Ar}_2 + 5\ Aq?$		
$2\ \dot{Cu}^5\ \ddot{Ar}_2 + 15\ Aq?$		
$\dot{Cu}^5\ \ddot{Ar}_2 + 5\ \dot{Cu}\ Aq?$	Innominada	$\dot{Cu}^5\ \ddot{Ph}_2^2 + 5\ \dot{Cu}\ Aq$
	Hurolita	$(\dot{Fe}^5 + 3\dot{Mn}^5)\ \ddot{Ph}_2 + 30\ Aq?$
	Heterosita	$(2\ \dot{Fe}^5 + \dot{Mn}^5)\ \ddot{Ph}_2 + 5\ Aq?$
$\ddot{Fe}\ \ddot{Ar}_2 + 4\ Aq$	Fosf. de hier.	$\dot{Fe}^3\ \ddot{Ph}_2,\ Aq$
		$\dot{Fe}^4\ \ddot{Ph}_2,\ Aq$
		$2\ \dot{Fe}^5\ \ddot{Ph}_2 + 5\ Aq?$
		$\dot{Fe}^8\ \ddot{Ph}_2^3,\ Aq$

CUADRO DE LA

Antimoniatos.

Arseniatos.

Farmacosiderita

Sideritina

Nickelocra

Eritrina

Antimonitos.

Antimonito de nickel

Kermes $(Sb^2 Su^3)^2 \dddot{Sb}$

Arsenitos.

Rodoisa

Neoplasa

Condurita

QUINTA

Telluridos.

Telurio Te

Teluriuros.

Teluriuro de plomo Pb Te

— de plata Ag Te

Fosfatos.

$\dot{Fe}^3\ \dddot{Ar}_2 + \dddot{Fe}_2^2\ \dddot{Ar}_2^2 + 18\ Aq$

$\dddot{Fe}_2^5\ \dddot{Ar}_2^9 + 45\ Aq$

Delvolsina $\dddot{Fe}_2^6\ \dddot{Ph}_2 + 45\ Aq$

$\dot{Ni}^3\ \dddot{Ar}_2 + 9\ Aq$

$\dot{Co}^3\ \dddot{Ar}_2 + 9\ Aq$

Kakoxena	$\dddot{Al}_2\ \dddot{Ph}_2^3 + 3\ Aq?$
Wawelita	$(\dddot{Al}_2^4\ \dddot{Ph}_2^3 + 18 Aq) + AlFl_3$
Uranita	$\dot{Ca}^2\ \dddot{Ph}_2 + \dddot{U}_2^4\ \dddot{Ph}_2 + 16\ Aq$
Chalcolita	$\dot{Cu}^2\ \dddot{Ph}_2 + \dddot{U}_2^4\ \dddot{Ph}_2 + 16\ Aq$

$\dot{Co},\ \dddot{Ar}_2 ?$

$\dot{Ni}^2\ \dddot{Ar}_2 + 18\ Aq?$

$\dot{Cu}^6\ \dddot{Ar}_2 + 4\ Aq?$

LASE.

Selenides | **Sulfurides.**

Azufre Su

Seleniuros.

Berzelina	Cu^2	Se
Claustalia	Pb	Se
Seleniuro de plata	Ag	Se

Selenio-sulfuros.

Innominada Hg Se + 4Hg Su

Sulfuros.

Sulf. de hidrógeno	Hy^2	Su	
Chalcosina	Cu^2	Su	
Galena	Pb	Su	géneros, tribus.
Argirosa	Ag	Su	
Blenda	Zn	Su	
Alabandina	Mn	Su	
Harkisa	Ni	Su	
Covellina	Cu	Su	

Teluriuros dobles.

Bornina	$Bi\ Te^2 + Bi\ Su$
Elasmosa	$4Pb\ Te + 2Pb\ Su + Au\ Te$
Blaterez	$Au\ Te^3 + Sb^2\ Su^3 + 9Pb\ S$
Mullerina	$(Pb, Ag)\ Te + Au\ Te$
Silvana	$Ag\ Te + 3Au\ Te$

(*) Para estas especies de compuestos es principalmente para las que se sim-
plifican muchas fórmulas representando el azufre por medio de comas puest
encima del signo. De este modo tendremos:

Stannina $\overset{,}{Cu_2}{}^2\ \overset{,,,}{Sn} + \overset{,,}{Fe}{}^2\ \overset{,,,}{Sn}$ Burnonita $\overset{,}{Cu}{}^3\ \overset{,,,}{Sb_2} + 2\overset{,}{Pb}{}^3\ \overset{,,}{S}$

Polibasita $\overset{,}{Cu_2}{}^9\ \overset{,,,}{Sb_2} + 4\overset{,}{Ag_2}{}^9\ \overset{,,,}{Sb_2}$ Panabasa $\overset{,}{Fe}{}^4\ \overset{,,,}{Sb_2} + 2\overset{,}{Cu_2}{}^4\ \overset{,,,}{S}$

(**) O mas sencillamente todavía: $Sb^2\ Su^3 + 9(Cu_2{}^2\ Ag)\ Su$

SPECIES MINERALES.

Súlfuros.

Cinabrio	Hg	Su	tipo de tribu.
Rejalgar	Ar	Su	
Pirita / Sperkisa	Fe	Su^2	
Molibdenita	Mo	Su^2	
Coboldina	Co^2	Su^2	
Bismutina	Bi^2	Su^3	
Stibina	Sb	Su	género.
Oro-pimente	Ar^2	Su^3	

eleniuros dobles.

omin. $4\,Zn\,Se + Hg\,Se^2$

charita $Cu^2\,Se + Ag\,Se$

om. $Cu\,Se + 2Pb\,Se$?

om. $Cu\,Se + 4Pb\,Se$

om. $Co\,Se^2 + 6Pb\,Se$

om. $Hg\,Se + 3Pb\,Se$

Sulfuros dobles.

Marmatita	$3Zn\,Su + Fe\,Su$
Leberkisa	$Fe\,Su^2 + 6Fe\,Su$
Stromeyerina	$Cu^2\,Su + Ag\,Su$
Filipsita	$2Cu^2\,Su + Fe\,Su$
Chalcopirita	$Cu^2\,Su + Fe\,Su$

Zinkenita	$Sb^2\,Su^3 + Pb\,Su$	género.
Miargirita	$Sb^2\,Su^3 + Ag\,Su$	
Federerz	$Sb^2\,Su^3 + 3Pb\,Su$	
Jamesonita	$2Sb^2\,Su^3 + 3Pb\,Su$	
Argiritrosa	$Sb^2\,Su^3 + 3Ag\,Su$	género.
Proustila	$Ar^2\,Su + 3Ag\,Su$	
Haidingerita	$2Sb^2\,Su^3 + 3Fe\,Su$	
Psaturosa	$Sb^2\,Su^3 + 6Ag\,Su$	

Súlfuros múltiples.

Burnonita $Sb^2\,Su^3 + 2Pb\,Su + Cu^2\,Su$, *ó bien*
$(Sb^2\,Su^3 + 3Cu^2\,Su) + 2(Sb^2\,Su^3 + 3Pb\,Su)$ (*)

Polibasita $5Sb^2\,Su^3 + 9Cu^2\,Su + 36Ag\,Su$, *ó*
$(Sb^2\,Su^3 + 9Cu^2\,Su) + 4(Sb^2\,Su^3 + 9Ag\,Su)$ (**)

Panabasa $3Sb^2\,Su^3 + 4Fe\,Su + 8Cu^2\,Su$, *ó*
$(Sb^2\,Su^3 + 4Fe\,Su) + 2(Sb^2\,Su^3 + 4Cu\,Su)$

Stannina $Sn\,Su + Cu^2\,Su + Fe\,Su^2$, *ó*
$(Sn\,Su + 2Cu^2\,Su) + (Sn\,2u + 2Fe\,Su^2)$

TABLA DE I

Acc

Acido sulfuroso

Sulfatos simples anhidros.

Género	Anglesina	$Pb\ Su^3$
	Baritina	$Ba\ Su^3$
	Celestina	$Sr\ Su^3$
	Karstenita	$Ca\ Su^3$
	Thenardita	$Na\ Su^3$
	Aftalosa	$K\ Su^3$

Sulfatos sim

Gipsa
Exantalosa

Epsomita
Gallitzinita
Rhodhalosa
Melanteria
Cianosa
Brochantita
Pittizita

Alunogena
Websterita

S

Clorides.

Cloro	Ch
Cloruro de hidrógeno	$Hy\ Ch$
Calomelanos	$Hg\ Ch$
Kerargiro	$Ag\ Ch^2$
Cloruro de calcio	$Ca\ Ch^2$
Cloruro de magnesio	$Ma\ Ch^2$
Salmara	$Na\ Ch^2$
Silvina	$K\ Ch^2$
Kerasina	$Pb\ Ch^2 + 2\dot{P}b$
Atakamita	$Cu\ Ch^2 + 3\dot{C}u + 3\ Aq$
	$Cu\ Ch^2 + 4\dot{C}u + 4Aq$
Salmiac	$(Az\ Hy^3)^2 + (Hy\ Ch)$

Bromides.

Bromuro de plata Ag Br

PECIES MINERALES.

azufre.

Acido sulfúrico Su ó *Su*

ratados.

$Ca\ Su^3 + Aq$
$Na\ Su^3 + 2Aq$

$Ma\ Su^3 + 5Aq$
$Zn\ Su^3 + 5Aq$
$Co\ Su + 7Aq$
$fe\ Su^3 + 7Aq$
$Cu\ Su^3 + 5Aq$
$Cu^4\ Su^3 + Aq?$
$Fe^2\ Su + 2Aq$
$Fe^4\ Su + 4Aq$

$Al\ Su^3 + 6Aq$
$Al\ Su + 3Aq$

Sulfatos dobles anhidros.

Celestina de Mœn	$2Sr\ Su^3 + Ba\ Su^3$?
Id. de Norten	$5Sr\ Su^3 + Ca\ Su^3$
Glauberita	$Ca\ Su^3 + Na\ Su^3$
Polihalitas	$2(Ca\ ,\ Ma)\ Su^3 + Na\ Su^3$ $2(Ca\ ,\ Ma)\ Su^3 + K\ Su^3$

Sulfatos dobles hidratados.

Neoplasa	$fe\ Su^2 + 3Fe\ Su^2 + 12Aq$
Alumbre	$5Al\ Su^3 + K\ Su^3 + 24Aq$
Alunita	$3Al\ Su + K\ Su^3 + 9Aq$

LASE

Iodides.

oduro de plata	$Ag\ I^2$
— de mercurio	$Hg\ I^2$?

Fluorides.

Fluorina	$Ca\ Fl^2$	
Itrocerita	$Y\ Fl^3$	
Flucerina	$Ce\ Fl^3$	
Criolita	$2Al\ Fl^3 + 3Na\ Fl^2$	
Basicerina	$3Ce\ Fl^2 + Aq$	Hidratos.
Innominada	$Ce\ Fl^2 + Aq$	Hidratos.
Topacio	$4Al\ Fl^2 + 3Al_2\ Si$	Fluosilicatos.
Picnita	$3Al\ Fl^3 + 3Al_2\ Si$	Fluosilicatos.
Condrodita	$Ma\ Fl^2 + Ma^3\ Si$	Fluosilicatos.
Micas diversas		

Hidrogénides.

Hidrógeno Hy_2

Agua $\dot{H}y_2$ ó *Aq*

Hidratos diversos

Azotides.

Azoe y aire atmosférico

Amoniaco Hy^3 Az...

Salitre $\dot{K}\ \ddot{\dddot{A}}z_2$

Azoato de sosa $\dot{N}a\ \ddot{\dddot{A}}z_2$...

— de cal. $\dot{C}a\ \ddot{\dddot{A}}z_2$...

— de magnesia. $\dot{M}a\ \ddot{\dddot{A}}z_2$...

Sales orgánicas.

Mellita Guano Humboldtita.

Carbonatos anhidros romboédricos.

Género	Calcárea	*Ca* C^2		
	Giobertita	*Ma* C^2	Dolomia	*Ca* C^2 + *Ma* C^2...
	Siderosa	*fe* C^2		
	Diallogita	*mn* C^2		
	Carbocerina	*ce* C^2		
	Smitsonita	*Zn* C^2		

Carbonatos hidratados.

Mysorina	*Cu C.*	Malachita	2*Cu C* + *Aq*	
		Innominada	*Ma* C^2 + *Aq*	
		Innominada	3*Ma* C^2 + *Aq*	
		Natron	*Na* C^2 + *Aq*	Gay-Lussit...
		Urao	*Na* C^3 +2*Aq*	

PECIES MINERALES.

SE.

Carbonides.

Carbono.		Carburos.	
Diamante	C	Grisou	Hy^4 C
Grafito	C	Nafta	Hy, C
Antracita			
Ulla		Schecrerita	
Liñita		Hatchetina	Hy^2 C
Maderas alteradas		Elaterita	
Tierra de Colonia		Dusodila	
Turba		Malta	
Mantillo		Asfalto	
		Retinasfalto	
		Succino.	

Acidos.

Acido carbónico $\ddot{C}$ ó C

Acido oxálico $\dddot{C}_2$

Carbonatos anhidros prismáticos.

Aragonita	$Ca\ C^2$	
Junckerita	$fe\ C^2$	
ero?		
Witerita	$Ba\ C^2$	Barito-calcita $Ba\ C^2 + Ca\ C^2$
Stroncianita	$Sr\ C^2$	
Albayalde	$Pb\ C^2$	

Carbonatos sulfatíferos.

Stromnita $4Sr\ C^2 + Ba\ Su^2$

Lanarkita $Pb\ C^2 + Pb\ Su^3$

Leadhillita $3Pb\ C^2 + Pb\ Su^3$

Caledonita $2Pb\ C^2 + Cu\ C^2 + 3Pb\ Su^3$

Carbonatos hidratíferos.

$Na\ C^2 + Ca\ C^2 + 5Aq$

Azurita	$2Cu\ C^2 + Cu\ Aq$
Magnesia alba	$3Ma\ C + Ma\ Aq^4$
Zinconisa	$3Zn\ C^2 + Zn\ Aq^3$

CUADRO DE L…

OCTA…

Borides.

Sassolina $Bo\ Aq$

Boratos.

Boracita $Ma\ Bo^4$
Borato de cal
Borato de hierro
Borax $Na\ Bo^6 + 10\ Aq$

Darthollita…
Botriolita…

Silicatos simpl…

Anhidros.

Staurotida $(Al, Fe)^4\ Si$
Disthena Al^2 Si

Sillimanita $Al\ Si$
Kaolin
Marcelina $Mn\ Si^2$

Lœlita $Al\ Si^4$

Hidratados.

Collirita

{ Lenzinita
{ Folerita

Triklasita
Nontronita $Fe\ Si^2 + Aq$…
Severita
Gimolita
Tierra de Riegate
Diversas arcillas

Silicatos dobles aluminos…

Anhidros de l…

Esmeralda $Al\ Si + Gl\ S$…

Anhidros calizos, férreos, etc.

Gehlenita $Al^2\ Si + 2Ca\ Si$

Tribu y géneros.
{ Grosularia $Al\ Si + Ca\ Si$
{ Melanita $Fe\ Si + Ca\ Si$
{ Almandina $Al\ Si + fe\ Si$
{ Spesartina $Al\ Si + mn\ Si$

{ Idocrasa $Al\ Si + Ca\ Si$
{ Cerina $Al\ Si + ce\ Sl$

Ilvaita $Fe\ Si + 2(Ca, fe, mn)\ Si$

Anhidros

Andalucita

PECIES MINERALES.

SE.

Silicidos.

Cuarzo	Si ó $\dddot{Si}$
Calcedonia	
Opalo	Si, Aq

Borosilicatos.

$a\ Bo^3 + Ca\ Si^4 + Aq$

$a\ Bo^3 + 3Ca\ Si^2 + 2Aq$

minosos, férricos, etc.

Hidratíferos.

$l^3\ Si + 5Aq$

$l\ Si + Aq$

$Al\ Si + Aq$

$Al\ Si + 2Aq$

$l\ Si^2 + Aq$

$Al\ Si^2 + 2Aq$

$Al\ Si^3 + Aq$

$Al\ Si^4 + 3Aq$

Allofana	$2Al\ Si + Al\ Aq^6$
Otra alterada	$2Al\ Si + Al\ Aq^2$
Otra de Beauvais	$5(Al\ Si + 3Aq) + Al\ Aq$
Halloisita	$2Al\ Si^2 + Al\ Aq^4$
— desecada	$2Al\ Si^2 + Al\ Aq^2$
— de Bayona	$Al\ Si^3 + Al\ Aq^2$
Jabon de montaña	$Al\ Si^3 + Al\ Aq$

rricos, con diversas bases.

lucina.

uclasa $Al^2\ Si + 2Gl\ Si$

inos.

Hidratados.

$Al^2\ Si + K\ Si$

CUADRO DE I

Silicatos dobles alumin

Anidros, calizos, ferreos, etc. — *An*

Tribu y géneros.
- Meionita $2Al\ Si + Ca\ Si$
- Zoisita $2Al\ Si + Ca\ Si$
- Thallita $2Al\ Si + fe\ Si$
- Wernerita $3Al\ Si + Ca\ Si$
- Peliom $3Al\ Si + fe\ Si$
- Cordierita $3Al\ Si + Ma\ Si^2$.

Nefelina

Labradorita $3Al\ Si + Ca\ Si^3$ — Rhiacolita

Dipira $3Al\ Si^2 + (Ca, Na, K)^2\ Si$ — Gieseckita

Gabronita

Pinita

Anfigena

Oligoclasa

Trifana

Achmita

Género.
- Carnatita $3Al\ Si^3 + Ca\ Si^3$ — Orthosa
- Retinita, obsidiana, piedra pomez, etc — Albita

Petalita

Murkisonita

Adinola

Sil

Carfolita $3Al\ Si + mn\ Si + 2Aq$

Ripidolita $6Al\ Si + 3(Ma, fe)^2\ Si + Aq$ Clorito exagonal

Pimelita $Al\ Si^2 + 2Ni\ Si^3 + 13Aq$ Pennina

Hisingerita $Al\ Si^2 + 4fe\ Si + 4Aq$ Tierras verdes a

Sideroschisolita $Al\ Si^2 + 2fe\ Si^4 + 3Aq$ minosas, clori diversos.

SPECIES MINERALES.

érricos con diversas bases.

alinos. *hidratados.*

$3Al\,Si + Na\,Si$	Thomsonita	$3Al\,Si + Ca\,Si + 2Aq$
	Mesotipa	$3Al\,Si + Na\,Si^2 + 2Aq$
$3Al\,Si + (Na, K)\,Si^3$	Scolezita	$3Al\,Si + Ca\,Si^3 + 3Aq$
	Traulita	$3Fe\,Si + fe\,Si^2 + 5Aq$
	Edingtonita	$4Al\,Si + Ca\,Si + 4Aq$
	Davina	$5Al\,Si + Ca\,Si^2 + 2Aq$
$6Al\,Si + K\,Si^3$		
$3Al\,Si^2 + Na\,Si$		
$3Al\,Si^2 + K\,Si$		
$3Al\,Si^2 + K\,Si^2$	Analcima	$3Al\,Si^2 + Na\,Si^2 + 2Aq$
	Laumonita	$3Al\,Si^2 + Ca\,Si^2 + 2Aq$
$3Al\,Si^2 + Na\,Si^3$	Chabasia	$3Al\,Si^2 + Ca\,Si^3 + 6Aq$
$3Al\,Si^2 + L\,Si^3$		
$3Fe\,Si^2 + Na\,Si^3$		
	Hidrolita	$4Al\,Si + (Na, Ca)\,Si^3 + 8Aq$
	Harmotoma	$Al\,Ba, Si, Aq$
	Gismondina	$(Ca, K)^2\,Al^6\,Si^9\,Aq^6$
	Hipostilbita	$3Al\,Si^3 + Ca\,Si + 6Aq$
$3Al\,Si^3 + K\,Si^3$	Esferostilbita	$3Al\,Si^3 + Ca\,Si^2 + 6Aq$
$3Al\,Si^3 + Na\,Si^3$	Stilbita	$3Al\,Si^3 + Ca\,Si^3 + 6Aq$
$3Al\,Si^3 + L\,S^3$	Epistilbita	$3Al\,Si^3 + Ca\,Si^3 + 5Aq$
	Heulandita	$4Al\,Si^3 + Ca\,Si^3 + 6Aq$
	Brewsterita	$4Al\,Si^3 + Ca\,Si^3 + 8Aq$
$3Al\,Si^4 + K\,Si^3$		
$3Al\,Si^6 + Na\,Si^3$		

ritosos. *Alumino-silicatos.*

	Chamoisita	$2fe\,Si + fe^2\,Al + Aq$
$Al\,Si + 6Ma\,Si + Ma\,Aq^2$	Barthierina	$2fe\,Si + fe^3\,Al + Aq$
$Al\,Si^2 + 3Ma^2\,Si + 2Ma\,Aq$	Pagodita	$(Al, Si), (K, Al), Aq$
$l, fe, Ma, Ca, K, Ne, Si, Aq$	Margarita	$Al\,Si^5 + Ca\,Al^4$
	Zafirina	$Al\,Si + Ma, Ca, f)\,Al^3$

Silicatos fluoríferos.	Mica de un eje,	Magnésica	*Al, Fe, Ma, K, Si*
		Potásica	*Al, Fe, K, Si,* Fl
	Mica de 2 ejes,	Litica	*Al, Fe, K, L, Si,* F
Silicato clorífero.	Sodalita		*Al, Na, Si,* Ch
Silicatos boríferos.	Turmalina	Litica	*Al, L, K, Ca, Ma, Si*
		Potásica	*Al, K, Ca, Ma, Si*
		Sódica	*Al, Na, K, Ca, Ma, S*
	Axinita		*Al, Ma, Ca, mn, Si*

Silicatos

Simples.

Anhidros.		*Hidratados.*	
Fenakita	*Gl Si*		
Circon	*Z Si*		
Gadolinita	*Y Si*		
		Cererita	*ce Si* + *Aq*
Peridota	*Ma, Si, fe Si*	Marmolita	*Ma Si* + *Aq*
		Nemalita	*Ma, Si,* + 2*Ma Aq*
Willelmina	*Zn Si*	Calamina	*Zn Si* + *xAq*
		Opsimosa	*mn Si* + *Aq*
Wollastonita	$Ca\ Si^2$		
Rhodonita	$mn\ Si^2$	Innominada	$2mn\ Si^2 + Aq$
		Dioptasa	$Cu\ Si^2 + Aq$
		Chrisocola	$Cu\ Si^2 + 2Aq$
			$Cu\ Si^2 + 4Aq$
Talco	$Ma\ Si^3$	Esteatita	$2Ma\ Si^3 + Aq$
		Magnesita	$Ma\ Si^3 + Aq$
Edelforsa	$Ca\ Si^3$		
		Cloropalo	$fe\ Si^3 + 2Aq$
Kieselmangan	$mn\ Si^3$		
Fotizita	$mn\ Si^6$	Innominada	$mn\ Si^3 + 2Aq$

PECIES MINERALES.

Silicato fosforífero. Sordawalita — Al, Fe, Ma, Si, Ph

Silicatos sulfuríferos.
- Helvina — Al, Na, Si, Mn Su?
- Ultramar — Al, Na, Si, A Su?
- Hauyna — $Al, Na, K, Si, \ddot{A}_2$ Su?
- Spinellana — $Al, Na, Si, \ddot{A}_2$ Su?

minosos.

Dobles, anhidros, ó hidratados.

Hidratíferos.

Eudialita — $Z\,Si^3 + 3(Na, Ca, fSi^2$
Thorita — $3Th\,Si + (Ca, fe, mn)Si + 4Aq$

Knebellita — $fe\,Si + mn\,Si$
Tierra verde de París — $Ma\,Si + 2fe\,Si^2 + 2Aq$

rpentina — $2MaSi^2 + MaAq$
allaja — $4MaSi^2 + MaAq^2$; $4MaSi^2 + MaAq^4$

Broncita — $2Ma\,Si^2 + (fe, Ca)Si^2$
Baikalita — $2Ma\,Si + Ca\,Si^2$

Piroxena.
- Diopsida — $Ca\,Si^2 + Ma\,Si^2$
- Hedenbergita — $Ca\,Si^2 + fe\,Si^2$
- Pirodmalita — $fe\,Si^2 + mn\,Si^2$

Bustamita — $Ca\,Si^2 + 2mn\,Si^2$
Hipersthena — $(Ma, fe...)\,Si^2$
Bronzita — $4Ma\,Si^3 + fe\,Si$?

allaja — $Ma\,Si^3 + MaAq$
krolita — $Ma\,Si^3 + MaAq^2$
crosmina — $3MaSi^3 + MaAq^2$
rallolita — $Ma\,Si^3 + MaAq^3$

Amfibola.
- Tremolita — $Ca\,Si^3 + 3Ma\,Si^2$
- Astinota — $Ca\,Si^3 + 3fe\,Si^2$

Anthofillita — $fe\,Si^3 + 3Ma\,Si^2$

Apofillita — $8CaSi^3 + KSi^6 + 16Aq$

DESRIPCION DE LOS MINERALES

CUYO CONOCIMIENTO ES MAS IMPORTANTE.

DE ALGUNOS METALES NATIVOS.

§. 148. Pocos son los cuerpos simples que se hallan en el estado nativo en la naturaleza, §. 118; pero entre ellos hay algunos que, por decirlo asi, no se encuentran nunca en otro estado; tales son especialmente la *platina* y *el oro*, cuya historia, por otra parte, ofrece un interés particular.

Platina.

§. 149. *Caractéres.*—La platina es un metal maleable, cuyo color, en el estado de pureza, es entre blanco de plata y gris de plomo. Es el mas pesado de todos los cuerpos conocidos, siendo su peso específico de 22,069 cuando se ha elaborado; pero es tambien el mas inalterable, completamente infusible al fuego mas violento de nuestros hornills, inatacable por la mayor parte de los agentes químicos, y sin poder ser disuelto mas que por el agua régia.

Estado natural y yacimiento.—No se ha observado hasta ahora la platina en lechos ó yacimientos que puedan considerarse positivamente como originarios; solo se han hallado indicios de ella en los filones auríferos que atraviesan las rocas de fusion, como en Antioquia, en Colombia, ó en los esquistos micáceos que pasan por la parte superior de los terrenos areniscos, como sucede en la provincia de Minas-Geraës, en el Brasil, y en las montañas de Itacolumi: finalmente, en pequeñas hojas, en los fracmentos de cuarzo desprendidos de rocas antiguas, como en Borneo. Su lecho especial actual se halla en depósitos fracmentarios ó areniscos que estan mas ó menos íntimamente mezclados

con terrenos de cristalizacion dioríticos ó serpentinosos (1), de cuyos restos se han formado. Encuéntrase diseminada en forma de pajitas, de granos, y rara vez de riñones ó pepitas algo voluminosas, en las materias térreas ó areniscas que reunen todos sus fracmentos. Se halla mezclada con oro en el mismo estado y con diamantes.

Este metal se descubrió en la América meridional en 1741; se halla en gran cantidad en el Brasil, en las provincias de Minas-Geraës y de Mato-Groso, y en Colombia en las provincias de Choco y de Barbacoas. Se encuentra tambien en los depósitos auríferos y diamantíferos de Borneo, que consisten en materia arcillosa llena de fracmen-

---

(1) Distínguense en general dos especies de terrenos: los terrenos de cristalizacion, que comprenden las materias de fusiones y los depósitos modificados por ellas, y los *terrenos de sedimento* (véase *Geologia*). Los primeros no ofrecen generalmente ni guijarros rodados ni restos orgánicos, y las materias que presentan tienen casi siempre un carácter cristalino; todo concurre à demostrar que han sido producidos por el fuego, ó al menos profundamente modificados por este agente. Los segundos, evidentemente formados por las aguas, presentan por el contrario arenas y guijarros rodados, y un gran número de restos orgánicos; percíbense en ellos muchas capas perfectamente caracterizadas por diversas circunstancias.

Las diferentes materias minerales forman en estos terrenos capas, montones y filones, ó bien se hallan diseminadas.

Una *capa* es un depósito, horizontal ó inclinado, que presenta dos caras paralelas, y que puede estenderse indefinidamente, no estando limitada mas que por los tajos de las montañas.

Un *monton* es un depósito limitado en todas direcciones por las materias circunyacentes, ya con sus tres dimensiones casi iguales, ya estendido en forma lenticular entre dos capas. Los riñones (§. 62, 64) son unas pequeñas masas ó montones.

Un *filon* es un depósito de figura angular, ramificado algunas veces, que produce siempre la idea de una hendidura rellena, y que atraviesa oblícuamente las capas y las montañas, presentando ya una sola materia, ya un conjunto de materias diversas, petrosas ó metalíferas. Los filones muy pequeños llevan el nombre de *venas*, pero las venas no siempre son hendiduras rellenas.

tos de cuarzo, y pegados á las rocas de serpentina, de eufotida y de diorita. Se la ha hallado en 1824 en la falda oriental de los montes Ourales en circunstancias enteramente análogas á las que acabamos de citar.

Estráese la platina de las materias térreas y areniscas en que se halla, por medio de lavaduras que arrastran las partes mas ligeras. Se somete el resíduo á la amalgamacion para estraer el oro, y el resto forma lo que se llama *mena de platina*, que se presenta en el Brasil en hojitas pequeñas, de un brillo argentino, y en Siberia en gruesos granos irregulares, muchas veces como escoriáceos, de un color gris, negruzco y poco brillantes. El metal está allí mezclado, ó aleado con diversas materias, y especialmente con los metales llamados *paladio*, *rodio, iridio*, y una sustancia metaloide, que es el *osmio*.

El paladio se halla algunas veces con la platina en granos aislados; es un metal blanco, maleable, infusible, pero atacable por el ácido nítrico, que forma de él una disolucion roja.

El rodio se halla aleado con la platina; pero siendo inatacable hasta por el agua régia, permanece en forma de polvo gris despues de la accion de este agente. Este polvo puede hallarse aglomerado en una masa metálica muy quebradiza.

El iridio está combinado con el osmio bajo la forma de granitos metálicos, ó de láminas exágonas, mas brillantes que los granos de platina, y que por lo tanto se distinguen de ella con bastante facilidad. La combinacion es inatacable por todos los ácidos. El iridio puro se halla en el mismo caso, y no se obtiene sino agregando su polvo, el cual forma entonces una masa parduscа sumamente dura.

Reparacion.—A causa de la infusibilidad de la platina y de la inalterabilidad de las materias con ella mezcladas, no puede prepararse este metal como los demas. Se ataca la mena de platina con agua régia, y se precipita por el hidroclorato de amoniaco. Este precipitado calcinado produce lo que se llama *platina esponjosa*; se muele esta materia, se

ı reduce á polvo fino, de modo que pueda formarse un arro con el agua, y se coloca este barro en un molde, done se le comprime gradualmente, hasta unir por fin las par- culas todo lo mas posible. Esta primera operacion produe una torta bastante sólida que se calienta mucho, y se olpea rápidamente con un martillo sobre un yunque para nir mas y mas las partes. Despues de esta operacion, puede ɔrjarse la masa del mismo modo que el hierro, laminarla espues y tirarla con la hilera.

Usos.—La mena de platina, que se despreciaba en otro empo como una materia inútil, y cuya introduccion se emia porque pudiera servir para falsificar el oro, se eslota con cuidado en la actualidad, habiéndose hecho por sta razon menos costosa; pero la mucha duracion y las ificultades de las operaciones á que hay que someterla, acen que este metal sea aun bastante caro. Sin embargo, aciéndola su inalterabilidad muy propia para una infiniad de usos, se la emplea en muchas circunstancias: de lla se hacen calderas y alambiques muy útiles en las fáricas de productos químicos, crisoles, tubos y cápsulas ara los laboratorios. Se ha ensayado utilizarla para las isuterías; pero su peso, su escasa brillantez y su color oco á propósito, han hecho que se abandone casi enteraıente. En Rusia se fabrican monedas con este metal. Se le plica sobre porcelana, cubriendo con él toda la pieza, á a cual da entonces un aspecto plateado.

Haremos observar, que la inalterabilidad de la platina o es absoluta; la potasa, la sosa y los nitratos de estas ases alteran este metal al calor rojo; el plomo derretido y tros muchos metales, y el fósforo no pueden ser introucidos en vasos de platina, á causa de que los perforan en reves instantes.

Oro.

§. 150. *Caractéres.*—Todo el mundo ha visto el oro unque no sea mas que en los marcos dorados, y conoce

el hermoso color amarillo, que distingue á este metal de todos los otros. Es ademas muy pesado, y su peso específico llega hasta 19,36. Su inalterabilidad es tan notable como la de la platina, porque lo mismo que esta resiste á casi todos los agentes, y no es atacado mas que por el agua régia; pero es fusible. Este metal es sumamente ductil, lo cual hace que pueda reducírsele á hojas escesivamente delgadas, que se usan para dorar en frio.

Estado natural.—El oro se presenta algunas veces en pequeños cristales cúbicos ú octaedros diversamente modificados, muchas veces agrupados en formas dentríticas; en algunos casos se encuentra en láminas delgadas mas ó menos esparcidas en la superficie de diversas materias, ó en filamentos que penetran en su interior. Por lo demas, muchas veces se halla en figura de pajitas, y algunas en la de pepitas mas ó menos voluminosas. Frecuentemente está combinado con cierta cantidad de plata, que varia de 0,14 á 72 por 100.

Lecho.—Este metal se encuentra raras veces en criaderos especiales, y en este caso se halla en cristales, en láminas, en filamentos, en los filones de cuarzo; las mas veces está diseminado en otros lechos metalíferos, especialmente en las menas de plata ó en las materias térreas que las acompañan. Estas menas auríferas son poco ricas en Europa, y las mas célebres son las de Hungría y de Transilvania, las cuales apenas cubren en la actualidad el coste de esplotacion. En Méjico y en el Perú son por el contrario muy ricas, y sobre todo esparcidas con profusion. Ciertas menas de cobre y ciertos lechos de piritas contienen tambien alguna cantidad, siendo en estas últimas suficiente algunas veces para cubrir los gastos de esplotacion.

En ciertos terrenos de detritus ó de aluvion propiamente dichos, es donde este metal se halla en cantidad considerable, como en Colombia, en el Brasil, en Chile y en la falda occidental de los montes Ourales. Estos son los mismos depósitos que contienen la platina y el diamante, y los que suministran, á causa de la facilidad de la esplota-

cion la mayor parte del oro que todos los años entra en circulacion. En muchos puntos hay arenas auríferas, y de ellas es de donde sacan los arroyos algunas pajitas de oro, que arrastran consigo á diferentes paises y que aislan por medio de una contínua lavadura. El Ariege, en Francia, es uno de los rios mas célebres bajo este punto de vista, y en otro tiempo sostenia á algunos pescadores, que ganaban unos cinco reales por dia sacando este metal de la arena. El Pactolo tenia una gran reputacion entre los antiguos. Parece que en el interior del Africa hay tambien arenas y arroyos auríferos, á juzgar por el comercio de polvo de oro que allí se hace contínuamente. Algunas partes del Asia austral parecen ser tambien muy ricas en oro, pero se tienen pocas noticias sobre los lechos y los puntos de esplotacion.

La América ecuatorial es en cierto modo el pais del oro, ó mas bien dicho, de los metales preciosos: de un valor de 113 millones de francos que producen anualmente 33,000 quilógramos de oro estraidos en todos los puntos de la tierra conocida, la América ecuatorial da cerca de 63. La América septentrional produce 8 con corta diferencia; el Asia austral 17, de los cuales suministra una gran parte la isla de Borneo. La Siberia 8, y el Africa 13. En Europa la Hungria y la Transilvania dan 4 á lo mas, y el resto produce apenas 100,000 francos. Por fortuna el prestigio del oro se halla oscurecido en Europa por las demas producciones; el hierro solo da un producto anual de mas de 600 millones de francos, y los humildes combustibles carbónicos casi 300.

Usos.—Ademas de su uso como moneda, se emplea el oro en la joyería, y especialmente en el dorado, en una infinidad de casos. Se le aplica sobre todos los cuerpos por diversos procedimientos; unas veces por el intermedio del mercurio, con el cual se le amalgama, estendiéndolo despues sobre la pieza, y sometiéndolo al calor para lanzar el metal volátil, que es en lo que consiste el dorado con *oro molido*. Otras se doran por el método galvano-plástico, por el cual se hace precipitar en frio el oro disuelto en las piezas

que se quiere cubrir con él. Se usan tambien los polvos que resultan de precipitados, fundiéndolos en la superficie de ciertos objetos de loza, y finalmente, las hojas sumamente delgadas, pegándolas á la superficie de los cuerpos. En medicina se hace tambien uso de algunas preparaciones de oro.

Plata.

§. 151. Metal blanco, ductil, fusible, cuyo peso específico es de 10,47, lo cual le distingue inmediatamente del estaño, con el cual tiene alguna semejanza, y pesa una tercera parte menos. No es de modo alguno atacable por los ácidos vejetales, lo cual le hace muy precioso para los usos de la vida. Es muy poco oxidable, y por consiguiente conserva al aire su brillo; el hidrógeno sulfurado le empaña y le ennegrece, y esta es la razon porque los huevos ennegrecen los cubiertos de plata de que nos servimos habitualmente.

La plata se presenta naturalmente en pequeños cristales octaedros ó cúbicos, casi siempre agrupados en formas dentríticas; muchas veces está en filamentos, que son en algunos casos muy delgados, y que frecuentemente se hallan entremezclados.

En el estado metálico la plata se halla en casi todos los lechos de sulfuro de plata, y algunas veces se la encuentra en masas considerables; es con particularidad muy abundante en ciertas materias arcillo-ferruginosas, que se llaman *pacos* en el Perú, y *colorados* en Méjico, donde se halla con el cloruro de plata.

La plata en estado libre se estrae cuidadosamente en todos los puntos en que se halla; pero el sulfuro en Europa, el sulfuro y el cloruro en Méjico y en el Perú, son los que especialmente suministran la mayor parte de este metal: volveremos á tratar de la materia al hablar de estos cuerpos. La cantidad de plata que anualmente se estrae del seno de la tierra, es de cerca de un millon de quilógramos,

cuyo valor asciende casi á 200 millones de francos, suministrando la América por sí sola las nueve décimas partes. Se emplea este metal para fabricar monedas, cubiertos, vagillas y muchos adornos. El plateado se hace del mismo modo que el dorado. Se usa en medicina el nitrato de plata fundido, con el nombre de *piedra infernal*, para cauterizar ciertas escrecencias carnosas, etc.

Mercurio.

§. 152. Metal líquido á la temperatura ordinaria, de un color blanco de plata y volátil. Su peso específico es de 13,60 á 0°.

Se halla parte en el estado metálico y parte en el de súlfuro ó *cinabrio*, que constituye la masa principal de los depósitos; se encuentra especialmente en las partes medias de los terrenos de sedimento y cerca de los depósitos de cristalizacion. Está poco esparcido, y sus principales lechos son los de Idria cerca de Trieste, los de Almaden en España, los del Palatinado en la orilla izquierda del Rhin, y los de Huanca-Vélica en el Perú.

Gradúase la esplotacion anual en dos millones y medio de quilógramos, de los cuales suministra la Europa lo menos las nueve décimas partes, y cuyo valor es de doce millones de francos. Empléase la mayor parte en el tratamiento de las materias auríferas y argentíferas, porque el mercurio disuelve fácilmente el oro y la plata, y basta triturarle con las materias que contienen estos preciosos metales para sacar la mayor parte de ellos. En esta propiedad se funda lo que se llama el *procedimiento de amalgamacion*, para el cual una gran parte del mercurio va á la América ecuatorial.

El azogado de los espejos es una amalgama de mercurio y de estaño; sabido es que se usa el mercurio en la construccion de los barómetros y de los termómetros; que en todos los laboratorios hay una cubeta de mercurio para recoger

los gases, y que se usan en medicina algunas sales y cierta preparaciones mercuriales.

Cobre.

§. 153. Metal de color rojo, de olor desagradable, ductil, fusible, fácilmente atacable por todos los cuerpos que, espuesto al aire, se cubre de una capa de óxido ó de carbonato verde, y que fácilmente produce el cardenillo (sub-acetato de cobre). Su peso específico, cuando está batido, es de 8,87.

El cobre se presenta algunas veces en cristales octaedros y cúbicos ó en prismas rectangulares, §. 48, las mas veces agrupados en formas dendríticas, algunas en láminas irregulares, en filamentos, en riñones, y en venitas dendríticas en muchas materias; algunos casos se citan de haberse encontrado en masas aisladas en los arenales y en los rios. Este metal se encuentra siempre en muy corta cantidad en el estado nativo, y para prepararle en grande, se esplotan los sulfuros simples ó dobles. Todos los años entran en el comercio cerca de 20 millones de quilógramos, cuyo valor asciende casi á 76 millones de francos. La Francia produce apenas de 500 á 600,000 francos de este metal, teniendo que buscar en el estrangero de 7 á 8 millones todos los años.

CLASE DE LAS SIDERIDES, MANGANIDES, ETC.

§. 154. *Caractéres del grupo.*—Aqui tenemos un grupo de cuerpos muy naturales, que son todos isomorfos en el estado de óxidos, y que pueden en consecuencia reemplazarse mútuamente en las diversas combinaciones.

En el estado de simple óxido presentan todos 3 átomos de oxígeno y 2 de bases; solo uno de ellos forma ademas un óxido mas elevado $\ddot{Mn}$. Dos de ellos se encuentran perfectamente cristalizados, á saber, el *corindon* y el *oligisto*, y no solo pertenecen á un mismo sistema, sino que realmente son tambien idénticos, presentando el uno un romboedro de

86° 10′ y 93° 50′, y el otro de 86° 4′ y 93° 56′. El *óxido de cromo* produce por medio de la fusion pequeños romboedros que no hemos podido medir. Respecto de la *braunita*, su figura es de un octaedro de base cuadrada.

Los *hidratos gœtita* y *acerdesa*, que tienen una misma fórmula química, cristalizan en el mismo sistema. Los *ferratos*, *manganatos* y *cromitos*, designados con los nombres de *iman*, *franklinita*, *hausmanita* y *siderocromo*, que tienen una misma fórmula, cristalizan en octaedros regulares, y tienen muchas veces tanta analogía, que es casi imposible distinguirlos inmediatamente á simple vista. El siderocromo es tambien con mucha frecuencia una mezcla de cromito y de aluminato de hierro de una misma fórmula.

Las analogías serian todavía mas evidentes y mas notables si comparásemos todos los productos de laboratorio que pertenecen á esta division.

Entre los cuerpos que reunimos aqui, hay algunos que merecen mas particularmente nuestra atencion. Tales son el *corindon* y la *espinela*, que suministran á la joyería el rubí oriental, el zafiro y el rubí espinela; el *hierro*, el *oligisto*, la *limonita* y el *iman*, de los cuales el primero nos presenta un orígen notable, y los otros son menas importantes; finalmente, la *pirolusita* y la *acerdesa*, que sirven para la preparacion del cloro.

1.° GRUPO DE LAS ALUMÍNIDES.

De estos cuerpos, aquellos que dan agua por medio de la calcinacion, pueden ser atacados por los ácidos; los que son anhidros, necesitan ante todas cosas fundirse con la potasa ó la sosa. La solucion produce por medio del amoniaco un abundante precipitado de alúmina, §. 122, 7°.

Corindon.

§. 155. *Caractéres.*—Sustancia anhidra, vítrea ó petrosa, cristalizable y esfoliable, en romboedros de 86° 4′ y 94° 56′. El peso específico es de 4,28, en la variedad conocida con el nombre de *rubí*; de 3,99 ó 4 en las llamadas *za-*

firo y *topacio oriental*, y baja hasta 3,66 en las variedades groseras. Es infusible á la accion del soplete; su dureza, que no es menor que la del diamante, es tal que puede rayar todos los demas cuerpos. El corindon está esencialmente formado de alumina, pero se halla mezclado muchas veces con diversas materias estrañas.

Los cristales que presenta esta sustancia son unas veces romboedros, simples ó truncados mas ó menos profundamente en el vértice, *fig*. 377, 378; otras, prismas exágonos, regulares, *fig*. 379, dodecaedros de triángulos isosceles mas ó menos agudos, *fig*. 380, 381 ó finalmeute, estos mismos dodecaedros truncados, *fig*. 382. Se encuentra tambien el corindon en riñones esfoliables y en masa granugienta. Algunas veces es límpido, muchas amarillo, azul ó rojo y mas rara vez verde.

Usos.—Las variedades amarilla, azul y roja, y especialmente las dos últimas, se buscan mucho para la joyería, y se las designa con los nombres de *topacio oriental*, *zafiro* y *rubí*; la variedad verde, muy rara cuando es de un hermoso tinte, se usa tambien con el nombre de *esmeralda oriental*. El rubí, de un hermoso color de fuego y muy puro, es una piedra preciosa de mas valor que el diamante; el zafiro azul-liebrecilla ó azul-añil es el mas estimado, y es tambien de mucho precio. Las variedades groseras se usan para reducirlas á polvo mas ó menos fino, que se llama *esmeril* y que sirve para tallar y pulimentar los cuerpos duros; pero muchas veces se da este nombre en el comercio á materias enteramente diversas.

Lecho.—Esta sustancia pertenece á los terrenos de cristalizacion, donde se halla diseminada; y particularmente en el granito (1). Sin embargo, existe tambien en los llama-

(1) Los *granitos* son unas rocas compuestas de tres sustancias, á saber, *mica*, *feldspato* y *cuarzo* (véanse los silicatos), reunidas casi en proporciones iguales y constituyendo un todo de estructura granugienta. Cuando estas sustancias se hallan reunidas en hojas apelotonadas, la roca toma el nombre de *gneiss*. Cuando no hay mas que *cuarzo* y *mica*, la roca esquistosa toma el nombre de *esquisto micáceo*. En el caso de que

dos basaltos (1) y en la dolomia. Muchas veces se encuentra fuera de su sitio, bajo la forma de cristales aislados, en las arenas que provienen de la destruccion de las rocas, y que son arrastradas por los arroyos.

En el Asia meridional (Malabar, Tibet y China) es donde se halla el corindon en mayor cantidad, y de estos paises es de donde nos viene en piedras talladas, pero se encuentra tambien en los granitos de los Alpes, y especialmente en las dolomias de S. Gotardo, en el arroyo de Expailly, cerca de Puy en Velay, originario de los depósitos volcánicos del pais, etc.

Espinela, gahnita, pleonasta, cimofana.

§. 156. Los tres primeros de estos aluminatos anhidros, de base de magnesia, de zinc y de hierro, se encuentran cristalizados en octaedros regulares con sus diversas modificaciones. Estas son tambien materias vítreas, infusibles y durísimas, de tal modo que pueden rayar á todas las demas, y no ser rayadas sino por el corindon. Pertenecen tambien á los terrenos de cristalizacion, y estan diseminadas en ellos, como el corindon, hallándose como este en las arenas de los arroyos.

La *espinela*, cuando es de un hermoso color rojo, se usa tambien en la joyería, bajo el nombre de *rubí espinela*; los matices rosado, vinoso, etc., son mucho menos estimados y toman el nombre de rubí balaja; las variedades azu-

---

bien desaparezca el cuarzo, se designa muchas veces á la roca con el nombre de *esquisto arcilloso*, compuesto de laminitas amontonadas que se convierten en la arcilla esquistosa.

(1) Los basaltos son unas materias petrosas mas ó menos compactas, negras ó grises, que forman cerros aislados, esplanadas muchas veces muy estensas, y en ocasiones regueros procedentes de los conos volcánicos. Muchas veces van acompañados de escorias mas ó menos abundantes (véase la *Geología*).

les son algunas veces bastante agradables á la vista, y son tan estimadas como los zafíros pálidos. De la India es de donde tambien nos vienen estas espinelas enteramente talladas.

La *gahnnita*, ó aluminato de zinc, es verdosa ó agrisada, generalmente opaca, y se halla diseminada en las materias talcosas. No se encuentra mas que en Suecia, ó cerca de la ciudad de Franklin, en la América septentrional.

La *pleonasta* es una materia negra, que se halla en las dolomias que forman parte de los detritus de que está rodeado el monte Somma, base del Vesubio, ó en las que hay en el Tirol, mezcladas con los terrenos de cristalizacion. Se la halla igualmente en los detritus basálticos y traquíticos.

La *cimofana* es tambien una piedra muy estimada en la joyería; es susceptible de un hermoso pulimento, y produce un efecto agradable cuando está tallada en facetas. Se la conoce en el comercio de pedrería con el nombre de *crissolita oriental* y de *topacio oriental*, y se la confunde muchas veces con el corindon amarillo que lleva los mismos nombres.

La cimofana es una piedra amarilla ó de un color verde amarillento, que raya el cuarzo, y que es rayada por la espinela, siendo infusible al soplete. Se la encuentra cristalizada en prismas rectangulares, modificados muchas veces en las aristas y en los ángulos, y presentando especialmente prismas exágonos que se han confundido algunas veces con los corindones amarillos. Ademas se halla en pequeñas masas informes. M. Awdejew ha probado que es un aluminato de glucina, algunas veces puro y otras mezclado con sílice. Esta sustancia se encuentra diseminada en las pegmatitas de la América septentrional, ó en cristales rodados en las arenas del Brasil y de Ceilan.

2.º GRUPO DE LAS SIDERIDES.

Cuerpos atacables por el ácido azóico, asi antes como despues de haber sido calcinados con el polvo de carbon. Disolucion

que da un abundante precipitado azul por medio del cianuro ferroso-potásico.

Hierro nativo.

§. 157. *En las piedras meteóricas.*—El hierro en el estado metálico se presenta en granos aislados en las piedras que caen algunas veces de la atmósfera, ó en masas erráticas, de las cuales algunas han caido á presencia de un gran número de personas, y las otras, segun todos sus caractéres, han tenido probablemente el mismo orígen.

La caida de piedras de la atmósfera es un hecho conocido desde la mas remota antigüedad, pero que se ha confundido entre los cuentos populares, hasta la caida de piedras que se observó en Sienna, en Toscana, el 16 de junio de 1794; la que se efectuó en Wold-Cottage, en el Yorkshire, el 13 de diciembre de 1795; la de Benares, en la India, el 19 de noviembre de 1798. Muchos sabios reconocieron entonces el hecho, especialmente en Inglaterra; pero se conservaron dudas en Francia, hasta la caida de piedras en el Aigle el 26 de abril de 1803. Esta fue tan evidente, que ya no pudo negarse, y se creyó por fin en los numerosos hechos que hasta entonces se habian desechado, á pesar de los pormenores mas circunstanciados y de los testimonios mas auténticos.

Estas piedras meteóricas son unas masas redondeadas, mas ó menos voluminosas, cubiertas de una costra negra, algunas veces brillante y vítrea. El interior es una materia gris, compuesta de diversas sustancias térreas ó metálicas, de las cuales algunas estan cristalizadas y las otras se hallan dispuestas en forma de glóbulos ó de venitas. El hierro se encuentra siempre en ellas aleado con nickel y cromo.

En pedruscos erráticos.—La caida de ciertos pedruscos de hierro es no menos evidente que la de piedras; habiéndose observado una en Hrasina, cerca de Agram, en Croacia, el 26 de mayo de 1751; otra en Lahore, en el Indostan, el 17 de abril de 1621, y otra en el bosque de Naundorf,

en Misnia, etc. La materia de que estan formados es cristalina y cavernosa; contiene nickel y cromo en el estado de aleacion, lo mismo que el hierro que se encuentra en las piedras meteóricas. Ahora bien se hallan asimismo en varios parages masas de hierro mas ó menos considerables, que yacen en toda clase de depósitos, aun en la tierra vegetal, que son igualmente cavernosas, y que contienen nickel y cromo, que no se encuentran en ningun hierro de fabricacion; y es infinitamente probable que hayan caido de la atmósfera lo mismo que las anteriores. La mas célebre es la que se halla en las inmediaciones de la ciudad de Jenisseik en Siberia, donde ha sido examinada por Pallas, por cuya causa se la llama hierro de Pallas, y cuyo peso se gradúa en 700 kilógramos. Las hay tambien mucho mas grandes; por ejemplo, una de 14,000 kilógramos en Olumpa, cerca de Santiago en Tucuman; una de 19,000 kilógramos en las inmediaciones de Durango, en México; y finalmente, se cita otra, en las orillas del Senegal, de un volúmen enorme, y que se considera como la mayor de todas.

En otros lechos y en las ulleras quemadas.—Se refieren casos de cortas cantidades de hierro nativo, halladas en diversas materias, en el cuarzo, en el peróxido de hierro, en el carbonato de este metal, y en ciertos productos volcánicos, pero nada se sabe de positivo. Se han encontrado algunas cantidades mas ó menos aceradas en los productos de las ulleras incendiadas, por ejemplo en Laboniche, cerca de Neris en Auvernia.

Oligisto.—*Hierro especular, peróxido de hierro.*

§. 160. *Caractéres.*—Sustancia dotada de brillo metálico, y de un color gris de hierro, en el estado de cristales; de un color rojo mas ó menos subido en otro cualquier estado, y en todos los casos roja cuando se reduce á polvo: cristaliza en romboedros de 86° 10' y 93° 50'; es infusible al soplete á fuego de oxidacion, fusible al fuego de reduccion, produciendo entonces un glóbulo negro mag-

nético; contiene 69 por 100 de hierro cuando está pura.

Los cristales son las mas veces romboedros, ya simples, *fig.* 377, ya truncados profundamente por el vértice, *fig.* 378, hasta reducirse á láminas delgadas, ó finalmente, terminados en romboedros mas obtusos, y modificados en los ángulos laterales, *figs.* 383, 384, 385. Se hallan tambien prismas exágonos, ordinariamente muy cortos, dodecaedros truncados por el vértice, y modificados á veces en las tres aristas alternas, etc.

Las grandes masas dotadas de brillo metálico son laminales, granugientas, algunas veces esquistosas, dispuestas en hojuelas mas ó menos gruesas compuestas de escamitas y semejantes á la pizarra; otras veces estan formadas de escamitas entremezcladas, y con frecuencia son enteramente compactas.

Las variedades no metaloides estan algunas veces modeladas en carbonato de cal, cuyas formas conservan de un modo mas ó menos perfecto; otras veces son estalactíticas, de estructura fibrosa, y entonces suelen tomar el nombre de hematita roja; finalmente, se hallan en masas compactas ó térreas.

Lecho. El oligisto constituye depósitos mas ó menos considerables en los terrenos de cristalizacion, en los cuales presenta las mas veces el brillo metálico, y en los depósitos de sedimento inferiores ó medios, donde es siempre litoideo ó térreo. En los primeros forma á veces montañas enteras, como en Gellivara en Laponia, montones ó grandes filones; en algunos casos reemplaza á la mica en los esquistos micaceos en considerable estension, como en la montaña de Itacolumi en el Brasil y en algunos puntos de la Bretaña. En los depósitos de sedimento se halla especialmente en las partes inmediatas á los terrenos de cristalizacion (1).

---

(1) Para fijar las ideas citaremos algunas divisiones de los terrenos de sedimento.

Las partes mas bajas compuestas de materias esquistosas calizas y

Se halla este mineral en cortas porciones en los granitos de los Alpes, en las fisuras de las traquitas (1), y de las lavas (2), y en los cráteres de algunos volcanes antiguos ó modernos, en cuyo caso se encuentra en el estado metaloideo. Existe en el estado térreo en muchos parages, en los cuales se halla casi siempre mezclado con sustancias aluminosas, formando entonces lo que se llama *ocres rojos.*

Usos.—El oligisto es una de las menas de hierro mas importantes, la que produce por lo general el hierro mas puro. Es una fuente de grandes é inagotables riquezas

---

de rocas arenáceas particulares, forman lo que se llama depósitos *cambrianos, silurianos* y *devonianos*; y estan caracterizados por contener restos de animales, cuyos géneros y especies han desaparecido de la tierra. Encima de estos se hallan los *depósitos carboníferos* caracterizados por la abundancia que contienen de ulla, de materias arenáceas llamadas particularmente gres ó arenisca ullera, y diversos depósitos de calizo. Mas arriba se presentan diferentes alternaciones de gres y de sustancia caliza, el *asperon rojo*, la *cal penea*, el *asperon abigarrado*, la *cal conchiliana*, las *margas irisadas*, hasta los grandes depósitos que se han designado con el nombre de *formacion jurásica*. Esta presenta en su base la cal llamada lias, en cuya parte superior se hallan muchas alternaciones de cal compacta y oolítica; y se termina en depósitos particulares de cal y de arcilla que anuncian la *creta*. En las hojas terminadas por la creta es donde se han formado los *terrenos calizos parisienses*, base de los terrenos terciarios, que estan cubiertos por diversas formaciones, unas marinas y otras fluviales.

Cada una de estas divisiones puede encontrarse mas ó menos inmediata á los terrenos de cristalizacion, y muchas veces se presenta como clavada en medio de ellos, ofreciendo entonces caractéres y circunstancias dignas de atencion.

(1) Las *traquitas* son unas rocas mas ó menos ásperas, mas ó menos porosas, escoriáceas en algunos puntos, combinadas con rocas vítreas, de piedra pomez, etc.

(2) Llámanse *lavas* las materias petrosas que arrojan los volcanes en sus erupciones, y que en el estado de fusion pastosa se estienden en forma de corrientes por las laderas de las montañas, y algunas veces hasta distancias muy considerables.

para la Suecia, donde existe en abundancia, y especialmente en el estado metaloideo. Deben citarse las minas de la Isla de Elba, en Toscana, de las cuales se sacan las mas de las hermosas piezas cristalizadas que se hallan en las colecciones; en Francia se hallan las minas de la Voulte, en el Ardeche, las cuales presentan menas litoideas y térreas, y las de Framont, en los Vosgos, que contienen muchas partes metalóideas en medio de menas compactas; tambien se encuentran en los Pirineos.

Las variedades térreas se usan muchas veces en las pinturas toscas con el nombre de *rojo de Prusia* y de *ocre rojo*; las mas arcillosas forman los *lápices rojos ó sanguinaria*. Las variedades estalácticas, llamadas hematitas, se usan para hacer *bruñidores*, con los cuales se da el último pulimento á las piezas de plata y á algunos otros metales.

Limonita.—*Hierro hidratado, mina de hierro en granos.*

§. 161. Sustancia no metaloidea, morena ó amarilla, de polvo amarillo, que da por medio de la calcinacion agua y un resíduo de óxido rojo, que tratado á fuego de reduccion presenta los mismos fenómenos que el oligisto.

La limonita es un hidrato, que contiene 80 por 100 de peróxido de hierro, y por consiguiente 55 de metal. Presenta algunas veces *cristalitos* aciculares, dispuestos en forma de prismas romboideos, que sufren un gran número de modificaciones en las aristas y en los ángulos.

Muchas veces tiene *formas prestadas*, de las cuales unas son cubos y octaedros debidos á la descomposicion del sulfuro de hierro, ó bolas formadas en otro tiempo por estos cristales; otras presentan romboedros agrupados que provienen de la descomposicion del carbonato de hierro, y otras en fin, son formas de carbonato de cal cuya materia está oculta ó reemplazada por el hierro: ofrece tambien frecuentemente la figura de conchas y de madréporas.

Esta sustancia se halla tambien en forma de *estalactitas*, de estructura fibrosa ó compacta, que toman el nom-

bre de *hematita morena*. Muchas veces se presenta en gruesos *riñones*, huecos interiormente, y que contienen un núcleo libre, llamado vulgarmente *piedra del águila*. Se encuentra muy comunmente bajo la *forma oolítica*, y dispuesta en glóbulos unas veces libres, y otras íntimamente unidos entre sí; algunas es *esquistosa*, presentando hojas compactas, separadas por capas micáceas. Se presenta tambien en masas compactas, unas veces llenas, y otras cavernosas ó separadas por tabiques. Finalmente, se la encuentra en el estado térreo, hallándose muchas veces mezclada con materia arcillosa, y algunas con hidrato de alúmina de la misma fórmula, Al^3 Aq, que la comunican mucha suavidad, constituyendo entonces el *ocre amarillo*.

Yacimiento ó lecho.—La limonita pertenece enteramente á los terrenos de sedimento, en los cuales forma grandes montones, que principian á manifestarse en las partes mas antiguas y en las inmediaciones de los terrenos de cristalizacion, estendiéndose despues hasta los depósitos mas modernos. Es muy abundante hácia la mitad de la série sedimentaria, donde la variedad oolítica forma por una parte grandes capas, y por otra montones, que llenan las cavernas y las grietas de los depósitos jurásicos. Mas arriba se encuentran capas de la misma especie que anuncian la creta, asi como tambien depósitos térreos mas ó menos mezclados; finalmente, hay diversas variedades en todas las estancias de los terrenos terciarios, y hasta en los aluviones superficiales mas modernos, donde constituye la *mina de pantanos*.

Usos.—Esta especie es tambien una mena preciosa en diversos paises, y es la que, especialmente en el estado oolítico, surte á la mayor parte de las fábricas de Francia, en la Normandía, el Berry, la Borgoña, la Lorena y el Franco-Condado. Se observa por lo general, que las capas que se hallan intercaladas en los calcáreos, producen especies de hierro mas quebradizo, que los depósitos formados en las cavernas y en las hendiduras de la tierra, ó en la superficie del terreno terciario. Atribúyese esta diferencia á los

fosfatos que contienen, procedentes de los despojos orgánicos que se hallan en las primeras. Cuando queda mas de una centésima parte de fósforo en el hierro, no sirve este metal para ningun uso; pero si se encuentra en corta cantidad, proporciona cierta dureza que no carece de utilidad en algunos casos.

Siendo rara vez puras estas especies de menas, es necesario conocer mucho mejor y mas completamente su composicion que la del oligisto, para poder fijar en el tratamiento las dosis apropiadas de fundentes, los cuales consisten en cal ó en sílice, y sirven para formar con las materias estrañas combinaciones fusibles, que se separan en escorias, dejando libre el metal.

Las variedades térreas, mas ó menos arcillosas, se esplotan para la pintura, ya se las use en el estado natural, ya se las haya lavado anteriormente con cuidado. La tierra de Italia, la de Ombra, no son otra cosa que variedades mezcladas con hidrato de manganeso, que comunica á la masa un viso pardusco; la tierra de Sienna es tambien un ocre que contiene algo de peróxido de hierro sin agua, y que adquiere entonces un matiz rojizo, lo cual se consigue muchas veces por medio de una simple calcinacion. Se calcina el ocre amarillo para producir el ocre rojo, separando de este modo el agua que contiene.

Iman.—*Hierro oxidulado*, *hierro oxidado magnético.*

§. 162. *Caractéres.*—Sustancia negra, dotada de brillo metálico, de polvo negro y atraible por la barra imantada y magnética; fusible al soplete á fuego de reduccion, no esperimentando entonces ninguna alteracion.

Esta sustancia, como lo indica su signo, está formada de peróxido de hierro, combinado con protóxido, unas 69 partes del uno y 31 del otro, presentando por total 72 por 100 de metal; por consiguiente es la mena de hierro mas rica. Su cristalizacion, enteramente diversa de la del oligisto, pertenece al sistema cúbico; los cristales son las mas veces oc-

taedros simples ó modificados, y algunas dodecaedros romboidales.

Cuando esta materia se halla en masa, es laminosa, hojosa ó compacta, y algunas veces térrea.

Yacimiento y usos.—El iman pertenece esclusivamente á los terrenos de cristalizacion; muchas veces está diseminado en cristales en diversas rocas, y especialmente en las magnesianas; pero forma tambien en diversas localidades depósitos inmensos, unas veces en forde m a montañas, como en Taberg, en Smolandia, otras en gruesos bancos, que se suceden y se reproducen muchas veces con una altura considerable. Es abundante especialmente en Suecia y en Noruega, donde presenta la mena mas escelente y mas fácil de tratar. El hierro que se saca de estos puntos es el mas puro que se conoce, lo cual hace que sea buscado en toda Europa para ciertas obras, para las cuales conviene particularmente por su dulzura, y es el único que produce buen acero fundido. Concíbese que por esta misma dulzura no es á propósito para los objetos que exigen alguna aspereza, prefiriéndose en este caso el hierro mas ó menos impuro de diversas localidades.

Las variedades compactas de esta especie, y especialmente aquellas en que no se halla ya el brillo metálico, contienen mezclas, ya de peróxido de hierro, ya de hidrato de este peróxido: son las que constituyen lo que se llama *piedra iman*, la cual se reemplaza actualmente para los esperimentos con el iman artificial.

Observacion.—Despues hablaremos de otras especies de menas de hierro que tienen tambien su importancia, á saber, por una parte el carbonato, y por otra un alúmino-silicato que forma grandes depósitos, confundidos en otro tiempo con la mena de hierro en granos.

3.º GRUPO DE LOS MANGANIDES.

Cuerpos que producen todos mas ó menos cloro por la accion del ácido hidroclórico, y por medio de la fusion con la sosa, una

frita verde, soluble en el agua, á la cual comunica un color verde; y de la que se precipita poco á poco óxido moreno.

Pirolusita.—*Peróxido de manganeso.*

§. 163. *Caractéres.*—Materia dotada de brillo metálico, de un color gris de acero, y que da un polvo perfectamente negro, que la distingue de todas las demas especies; cristaliza en prismas romboidales oblícuos; es infusible al soplete y adquiere un color rojo oscuro por medio del fuego de reduccion; produce una viva efervescencia por la fusion con el vidrio de borax, y despues un vidrio de color de violeta amatista.

La pirolusita, $\ddot{M}n$, es de todos los óxidos de manganeso el que contiene mas oxígeno, del cual pierde 12 por 100 por la accion del calor rojo suficientemente prolongada, para trasformarse en óxido rojo, designado por los mineralogistas con el nombre de hausmanita, y que es análogo por su composicion, $mn\,Mn^3$, al ferrato de hierro que acabamos de describir.

Esta sustancia se halla con bastante frecuencia en cristales prismáticos prolongados y agrupados en masas bacilares ó fibrosas: se presenta tambien en forma mamelónar ó apezonada, y constituye grandes masas compactas, y algunas veces cavernosas, cuyas cavidades estan llenas por la variedad en el estado térreo.

Yacimiento.—Los criaderos de pirolusita pertenecen á los terrenos de cristalizacion y á los de sedimento; son unos montones mas ó menos considerables, que se esplotan donde quiera que se encuentran suficientemente inmediatos á los caminos. Las localidades mas conocidas en Francia son la Romaneche cerca de Mâcon, los al rededores de Périgueux, Calveron, en el departamento del Aude, etc.

Usos.—La pirolusita es una materia sumamente útil en las artes para hacer la preparacion del cloro y del agua de Javelle en las fábricas de telas pintadas y en los lavaderos. Se usa tambien en las fábricas de cristal para purifi-

car el vidrio blanco de los matices amarillos producidos por el carbon, el cual se consume entonces por medio del oxígeno que desprende el calor; pero si la dósis es mas de la necesaria, el vidrio adquiere un color de violeta, como se observa muchas veces en los objetos comunes de vidrio. Calentando el peróxido de manganeso en una retorta, es como se prepara las mas veces el oxígeno en los laboratorios, cuando no se necesita obtenerle en un estado de mayor pureza.

Para estos diversos usos debe procurarse en cuanto sea posible, que las menas sean puras, que no solo no contengan las materias estrañas con que muchas veces estan mezcladas, sino que se hallen tambien libres de todas las demas especies mangánicas distribuidas en el cuadro; conteniendo estas mucho menos oxígeno, disminuyen otro tanto la accion de la mena á que se hallan asociadas. Para fijar el valor comercial de estas materias, se ensayan, averiguando por una parte cuánto cloro produce una cantidad dada de mena, y por otra, cuánto ácido hidroclórico consume, calculándose por aquí el coste de la media azumbre de cloro respecto de cada materia. El peróxido de manganeso puro no debe consumir mas que una cantidad de ácido hidroclórico doble de la que produce el cloro obtenido; pero ciertas mezclas de pirolusita con la acerdesa, los óxidos de hierro, el calizo, etc., consumen mas del cuádruplo, lo cual demuestra inmediatamente la diferencia de precio que deben tener estas materias.

Acerdesa (ἀκέρδης, no aprovechable).

§. 164. *Caractéres.*—Sustancia de brillo metálico cuando se halla cristalizada, y mate en el caso opuesto; cuyo polvo es siempre moreno, lo cual la distingue inmediatamente de la anterior; da agua por la calcinacion, y hace efervescencia cuando se la funde con el borax.

Se halla algunas veces la acerdesa en prismas romboidales rectos, frecuentemente agrupados entre sí y forman-

do masas bacilares ó fibrosas, y en algunos casos fibras muy finas y poco unidas. Se encuentra tambien en pequeñas masas mamelonares, en estalactitas, ó formando un barniz mas ó menos grueso en la superficie de las estalactitas de limonita. Existe igualmente en glóbulos compuestos de capas concéntricas, como la limonita en granos, con la cual se halla entonces mas ó menos mezclada. Algunos pequeños calizos, ó ciertas capas, estan compuestos de escamas brillantes, metalóideas, mas ó menos unidas, y pasan á ser variedades térreas. Esta materia es la que produce las herborizaciones negras en la superficie de ciertos calizos.

La composicion de esta especie es muy diversa de la primera, porque no solo es un hidrato, sino que tambien se halla aquí el agua combinada con un óxido inferior al que constituye la pirolusita. Esta es la razon porque hace poca efervescencia con el borax: la sustancia no produce tampoco mas que 3 por 100 de oxígeno por medio del calor rojo; de lo cual resulta que debe tener menos valor comercial, aun suponiendo que se halle en el estado de pureza, y que es especialmente muy impropia para la preparacion del oxígeno.

Esta sustancia forma criaderos considerables en todos los terrenos; es todavia mas abundante que la pirolusita, con la cual por otra parte está mezclada muchas veces. Los depósitos de Laveline en los Vosges, de la Voulte en el Ardeche, de Saint-Jean-de-Gardonnenque en las Cévennas, y de la abadía de Sept-Fonds en el Allier, etc., estan compuestos casi enteramente de pirolusita.

§. 165. *Observaciones.*—No hablaremos de la *braunita*, óxido anhidro análogo al oligisto, porque es poco abundante; ni de la *hausmanita*, que no es mas que el óxido rojo que se obtiene por la calcinacion, y que es mas rara aun. La *psilomelana* no interesa mas que considerándola como una combinacion natural, poco conocida aun, de un óxido de manganeso con una base; acompaña especialmente á la pirolusita de Romaneche, pero se encuentra tambien con la de Perigueux, y en otras muchas localidades. Lo que se ha

llamado *óxido rojo de zinc*, es otra combinacion de la misma especie con los óxidos de hierro y de zinc.

4.º GRUPO DE LOS CROMIDES.

Cuerpos qne dan por la fusion con la sosa una materia de un hermoso color verde claro al fuego de reduccion, y una materia amarilla al fuego de oxidacion.

§. 166. El óxido de cromo puro, que es de color verde, es poco comun y poco importante en la naturaleza. Su combinacion con el óxido de hierro, ó *siderocromo*, que es mas abundante, es poco conocida, tanto por lo que hace á las proporciones, cuanto relativamente á la especie misma de óxido de hierro que se halla en ella. Es una materia negra, metaloidea, que cristaliza en octaedros, infusible al soplete y que se hace atraible al iman. Forma nidos ó montones en las serpentinas del departamento del Var, y en América cerca de Baltimore, etc. Se la conoce tambien en forma de arena negra, en la isla de las Vacas en Santo Domingo, confundiéndola entonces con los titanatos de hierro.

Se esplota este cromito de hierro para fabricar el cromato de potasa, que sirve para preparar el cromato de plomo, ó *amarillo de cromo*, que se usa en la pintura y aun en los tintes, por el color amarillo permanente que produce. De él se saca tambien el óxido verde de cromo, que sirve para pintar el esmalte y la porcelana.

El *cromato de plomo* ó *crocoisa*, que es análogo al que se prepara artificialmente, se halla en la naturaleza en cristales prismáticos prolongados, oblícuos, de un color de naranja bastante subido. No se le encuentra sino en muy cortas cantidades, en venas, en las rocas cuarzosas, micáceas auríferas, en Beresof en Siberia, donde está algunas veces acompañado del doble cromato de plomo y de cobre, que se ha designado con el nombre de *vauquelinita*.

CLASES DE LOS TANTALIDES TUNGSTIDES, MOLIBDIDES Y URANIDES.

§. 168. Hay pocos cuerpos importantes en este grupo para los que se dedican especialmente al estudio de los minerales, bastando decir algunas palabras acerca de muchos de ellos.

El urano se halla en la naturaleza en dos grados de oxidacion: el mas inferior, que proviene principalmente de algunos depósitos argentíferos de Sajonia y de Bohemia, es una materia negruzca, de un brillo grasiento, muy pesada, infusible al soplete, soluble en el ácido azótico, y que produce un precipitado de un color rojo sanguíneo por medio del cianuro ferroso-potásico. Esta especie es la que se emplea en todas las preparaciones del urano de nuestros laboratorios.

Los *molibdides* no nos presentan mas que el *ácido molíbdico* en polvos, poco abundantes, que cubren el sulfuro de molibdeno de que hablaremos despues, y el molibdato de plomo $\dot{P}b\ \dddot{M}o^3$, llamado *plomo amarillo* á causa de su color. Este es originario particularmente de Bleyberg, en Carinthia, donde se encuentra en un criadero de mena de plomo; se presenta en cristales que pertenecen al sistema prismático cuadrado, y las mas veces en prismas muy cortos ó en láminas obliteradas derivadas del mismo.

Los *tungstides* nos presentan tres combinaciones de ácido túngstico, muy pesadas todas tres; la scheelita, $Ca\ T^3$, la scheelitina $Pb\ Ta^3$, que son isomorfas, ambas blancas y que cristalizan en octaedros de bases cuadradas, y el wolfram ó scheelin ferruginado, combinacion doble de base de protóxido de hierro y de protóxido de manganeso. Esta última sustancia presenta una materia negra y vitro-metaloidea, cristalizada en prismas romboidales, oblícuos, esfoliables en las diagonales. Es bastante comun y se la encuentra abundantemente en Francia en los granitos de Chanteloube y de Puy-les-Vignes (alta Viena), donde se halla ademas la scheelita. Estas tres materias acompañan tambien muchas veces á los

depósitos de mena de estaño, y se las ha considerado frecuentemente como indicios de él. Del wolfram se estrae el ácido tungstico para el uso de los laboratorios.

Los *tantalides* no presentan mas que sustancias muy raras de base de hierro y de manganeso, ó de ittria, que se encuentran diseminadas en los terrenos de cristalizacion en Baviera y en Suecia.

CLASES DE LOS TITANIDES Y ESTANNIDES.

§. 169. Los óxidos de titano y de estaño son unas materias completamente isomorfas, y cuya analogía se observa hasta en los mas insignificantes pormenores. Las mas veces desempeñan el papel de cuerpos electro-negativos, pero el primero es el único que hasta aquí presenta la naturaleza de un modo claro en combinaciones con algunas materias. No existen mas que algunos indicios de estannatos mezclados con diversos cuerpos.

Los *titannides* nos presentan desde luego el rutilo ó *ácido titánico*, mezclado con titanato de manganeso. Es una sustancia ordinariamente de un color rojo oscuro, que cristaliza en el sistema prismático de bases cuadradas, cuyos cristales, rara vez limpios, presentan á menudo grupos, mas ó menos análogos á los del óxido de estaño, y en ocasiones parecidos á los que en otro lugar hemos indicado, *fig*. 267. Se encuentra abundantemente diseminada en los terrenos graníticos, como en Saint-Yriex (alta Viena), y en Gourdon (Saona y Loira), en los Alpes, y en otros muchos parages. Tenemos tambien una sustancia azul, mucho mas rara, en pequeños octaedros de bases cuadradas, llamada *anatasa*, y que sin embargo parece ser de la misma naturaleza que la anterior. Hay muchos *titanatos de hierro* de diversas especies, de los cuales unos constituyen arenas negras, formadas de pequeños octaedros, que se hallan principalmente en los arroyos de los terrenos basálticos y traquíticos, y otros forman pequeños nidos diseminados en las rocas. Una de estas especies, conocida con el nombre de crichonita, cristaliza en romboedros agudos, profundamente

truncados, ó en láminas delgadas, que recuerdan el oligisto diseminado en los terrenos de cristalizacion, y con el cual se hallan en San Cristobal en Oisan. El *silicio-titanato de cal* ó esfena, que cristaliza en prismas oblícuos romboidales sumamente variados en sus modificaciones, se encuentra abundantemente esparcido en ciertos depósitos graníticos de los Alpes, y principalmente en las inmediaciones del San Gotardo, en diversas rocas anfibológicas que forman parte de los terrenos de granito, como en Auvernia, en Bretaña, etc.

Oxido de estaño.—*Cassiterita, mina de estaño.*

§ 170. *Caractéres.*—El óxido de estaño natural es una materia ordinariamente morena, algunas veces blanca, que cristaliza en el sistema prismático de base cuadrada, lo mismo que el rutilo, del que es isomorfo; es infusible al soplete y se reduce difícilmente, á no ser que se añada sosa. Es atacable, aunque con dificultad, por el ácido hidroclórico, y la disolucion por medio del cloruro de oro produce un precipitado de color de púrpura. En el estado de pureza contiene 79 por 100 de estaño metálico.

Los cristales son las mas veces prismas de bases cuadradas, terminados por vértices de cuatro caras, y modificados de diversas maneras, *fig.* 386, 587, 388; á veces presentan pirámides de ocho caras en cada vértice, ya simples, ya modificadas en los ángulos ó en las aristas, *fig.* 389. Los cristales se hallan muy frecuentemente agrupados de dos en dos, y aun en mayor número, *fig.* 390, 391.

El óxido de estaño se halla tambien en estalactitas y en estalagmitas de estructura fibrosa, que las mas veces se presentan en fragmentos rodados, cuyas diversas capas de incremento se distinguen por los diferentes matices, é imitan con bastante propiedad las capas de ciertas maderas; de aquí toma el nombre de *estaño de madera.*

Yacimiento.—El óxido de estaño pertenece á los terrenos de cristalizacion, en los cuales se encuentra con bastan-

te frecuencia diseminado, pero formando tambien grandes masas, y rara vez filones. Se halla asimismo en la parte inferior de los terrenos de sedimento, pero siempre inmediato á las rocas cristalinas. Se observa tambien en diversas localidades, en guijarros rodados, en ciertos depósitos de aluvion; como sucede en todos los depósitos que se esplotan en Méjico, y que se conocen en Cornouailles, asi como tambien en la costa de Piriac en Bretaña.

Usos.—El óxido de estaño es la mena de donde en todas partes se saca el estaño. Está esparcido con bastante profusion en la naturaleza, pero en Francia no hay mas que algunos indicios de él, en la costa de Piriac en Bretaña, y en Vaulry cerca de Limoges. La Inglaterra, y principalmente el Cornouailles es, bajo este punto de vista, el pais mas rico de Europa; pues introducen anualmente en el comercio cerca de tres millones de kilógramos de estaño; la Sajonia y la Bohemia no producen trescientos mil kilógramos de este metal. Vienen grandes cantidades del Asia meridional, de la China, del pais de Malacca, de Sumatra, de Banca, etc., en donde parece que la mena es muy abundante. El estaño de Malacca es el mas puro.

CLASE DE LOS ANTIMONIDES, ARSENIDES Y FOSFORIDES.

§. 171. *Caractéres generales.*—El estaño, de cuyas menas acabamos de hablar, establece algunas relaciones entre el grupo actual y el anterior, por una parte, á causa de las combinaciones oxigenadas, que desempeñan el papel de ácido tanto en una como en otra division, y por otra, á causa de los cloruros que se hallan en el mismo caso. Los cloruros de estaño, de antimonio y de bismuto presentan tambien grandes analogías, aunque el primero no parece ser isomorfo de los otros dos. El antimonio y el arsénico desempeñan exactamente el mismo papel en las combinaciones en que se hallan en estado metálico. Los antimoniuros y los arseniuros de una misma fórmula son isomorfos, lo cual sucede especialmente en el *antimonickel*, la *disomosa*,

y la *cobaltina*, y se observa todavía mucho mejor en los productos artificiales; por estos últimos pueden tambien compararse los fosfuros con los arseniuros y los antimoniuros, de los que son igualmente isomorfos. Los arseniatos y los fosfatos tienen tanta analogía, que á primera vista no puede distinguírseles, y los pocos antimoniatos que conocemos en los laboratorios nos presentan los mismos resultados.

Las materias que componen esta clase de cuerpos nos ofrecen especialmente tres grupos, en los que distinguiremos algunas sustancias, que son particularmente útiles en las artes, ó notables como objetos de historia natural.

1.° Grupo de los antimonides.

Cuerpos que producen inmediatamente ó por calcinacion una materia blanca, volátil por la accion del calor, §. 122, 1.° y 123, 2.°, atacable por el ácido hidroclórico, dando un precipitado blanco por medio del agua, y amarillo por los hidrosulfatos.

§. 172. *Antimonio*.—Este metal se halla en el estado libre en la naturaleza. Cuando es puro, tiene un color blanco parecido al de la plata; pero cuando contiene una corta cantidad de arsénico, adquiere un tinte azulado, y sobre todo se ennegrece al aire. No se conoce mas que en pequeñas masas laminosas en las menas arseníferas.

El antimonio del comercio se estrae del súlfuro de antimonio. Su uso mas notable es el de servir para la composicion de los caractéres de imprenta, formados de 1 de antimonio y 4 de plomo. Se le alea con el estaño para fabricar los cubiertos de mezcla; 18 de antimonio y 100 de estaño forman lo que se ha llamado *metal del príncipe Roberto*, el cual es duro, de un color blanco de plata, y susceptible de un hermoso pulimento. El óxido de antimonio entra en la composicion del emético, en el polvo de Algaroth, el kermes mineral, y diversas preparaciones farmacéuticas.

Hay pocos antimoniuros naturales. El de plata (*discrasa*)

cristaliza en prismas rectangulares, y se halla en corta cantidad en las minas de plata arseníferas. Se conoce un óxido natural de este metal en agujas nacaradas, de la misma naturaleza que las llamadas flores argentinas de antimonio en las fábricas de productos químicos, y que corresponde al óxido arsenioso. Hállanse tambien vestigios de un óxido mas elevado, hidratado, en capas térreas sobre el sulfuro de antimonio. Finalmente, se encuentra el *kermes*, combinacion del primer óxido con el súlfuro; sustancia de un color rojo oscuro, translucida, en forma de agujas cristalinas semejantes á prismas romboidales, y que parecen producidas muchas veces por la descomposicion de los súlfuros de que hablaremos despues.

§. 173. *Bismuto.*—Debemos reunir á este grupo el bismuto, á causa de la analogía que presentan sus compuestos artificiales con los antimoniuros de la misma fórmula; pero no se conoce en la naturaleza esta materia sino en el estado libre, ó combinada como cuerpo electro-positivo en los sulfuros y en los teluriuros.

En el estado libre, el bismuto es un metal de un color blanco rojizo, muy fusible, diseminado en pequeños nidos dendríticos en los depósitos de arseniuros de cobalto, que forman parte de los criaderos argentíferos. Es poco comun en la naturaleza, y especialmente poco usado en las artes. Se emplea con particularidad para formar la aleacion de Darcet, que se funde á una temperatura inferior á la del agua hirviendo, y del cual se fabrican las chapas de seguridad en las calderas de vapor.

2.° GRUPO DE LOS ARSENIDES.

Materias que desprenden vapores arsenicales, que se conocen en el olor de ajo, ya por medio del simple caldeo, ya por la calcinacion con el polvo de carbon.

Arsénico.

§. 174. Sustancia de brillo metálico en la fractura re-

ciente, y que se ennegrece prontamente al aire; volátil en el estado metálico en tubo cerrado, y que produce ácido arsenioso en pequeños cristales cuando se le caldea en tubo abierto.

El arsénico se halla en pequeñas masas bacilares y fibrosas, ó mamelonares en la superficie, y compuestas de capas concéntricas. Es una sustancia bastante comun, aunque poco abundante, que se halla en los criaderos metálicos, y principalmente en los de sulfuro de plata y de óxido de estaño.

Arseniuros.

§. 175. *Esmaltina.*—Los arseniuros mas importantes son los de cobalto, de los cuales hay por lo menos dos especies. El bi-arseniuro lleva particularmente el nombre de *esmaltina* ó *cobalto arsenical*. Es una sustancia metálica, de un color gris de acero en la fractura reciente, y que se empaña al aire; cristaliza en cubos diversamente modificados, ó se halla en pequeñas masas dendríticas que forman lo que se llama *cobalto calado* ó *de malla*. En otras partes es mamelonar ó globosa, de estructura fibrosa, ó finalmente se presenta en masas compactas. Estas, que por lo general se ennegrecen al aire, parecen ser muchas veces arseniuros de la fórmula $Co^2 Ar^3$.

El bi-arseniuro en su mayor estado de pureza contendría 28 de cobalto y 72 de arsénico; pero está frecuentemente mezclado con arseniuros de diferentes órdenes, de los cuales los unos aumentan, y los otros disminuyen las cantidades de cobalto; de aquí resultan menas muy variables, que muchas veces contienen ademas arseniuros de nickel, de hierro, etc.

Estos arseniuros no constituyen criaderos por sí solos; forman parte de los depósitos de sulfuro de plata y de chalkopirita, principalmente en los terrenos de cristalizacion, como en Sajonia, en Bohemia, etc., y rara vez en los terrenos de sedimento mezclados con los primeros, como en

Santa María de las minas, en los Vosgos, en el Hesse, el Hanau y la Thuringa. En los parages en que abundan bastante, se esplotan para estraer de ellos el óxido de cobalto mas ó menos puro, y las mas veces, para fabricar vidrios azules llamados *esmaltes*, que se usan como colores. Los productos mas hermosos, reducidos á polvo fino, se venden con el nombre de *ultramar*, que no debe confundirse con el verdadero ultramar, de que hablaremos despues; los demas se venden con el nombre de *lapislázuli*. Despáchase tambien con el de *safre* el resíduo del caldeo de las menas de cobalto, mezclado con arena silícea, que, por la fusion ulterior, produce vidrios azules. Todos los azules de porcelana, de esmalte, de los objetos de alfarería, aun los mas comunes, y todos los cristales azules, se forman con preparaciones de cobalto. El *azul thenard*, es un aluminato de cobalto, que se obtiene mezclando disoluciones de alumbre y de cobalto, precipitado por el carbonato de sosa y calcinado; este es el azul que se obtiene en el ensayo de las sustancias aluminosas, §. 125, 2.º El *verde de Rinmann* es un zincato de cobalto, que se obtiene de un modo análogo.

Valúase en un millon de kilógramos la cantidad de cobalto que se saca de la tierra, y que convertido en esmalte, en óxido y en diversas preparaciones, da un producto de unos tres millones de francos. La Sajonia y la Suecia son las que suministran la mayor parte; pero la materia que se elabora en este último pais es el sulfarseniuro, de que hablaremos pronto.

§. 176. *Nickelina.*—Se hallan en la naturaleza arseniuros de nickel que corresponden á los arseniuros de cobalto, de los cuales indudablemente son isomorfos. El mas comun es un simple arseniuro, Ni Ar, llamado *nickel arsenical* ó *nickelina*. Es una materia dotada de brillo metálico, rojiza, y que se empaña al aire con lentitud. No se la conoce cristalizada. Es atacable por el ácido azóico, al cual comunica un hermoso color verde; la disolucion se pone azul añadiéndole amoniaco, y da un precipitado verde por la potasa.

Conócese tambien un bi-arseniuro $Ni\ Ar^1$ que presenta el mismo carácter químico, pero que tiene un color gris de acero, es inalterable al aire y cristaliza en cubos, siendo por consiguiente análogo á la esmaltina, á cuya fórmula corresponde. Las análisis, muchas veces muy complicadas por diversas mezclas, parecen indicar tambien la existencia de un compuesto $Ni^2\ Ar^3$.

Estas sustancias acompañan casi en todas partes á los arseniuros de cobalto, y se esplotan al mismo tiempo que estos. Se prepara con ellas por medio de la fusion una materia metálica rojiza llamada *speiss*, que entra en el comercio y sirve para todas las preparaciones de nickel, del cual contiene una gran cantidad, asi como tambien de arsénico, de azufre, y algunos fragmentos de cobalto y de cobre.

El nickel, aleado en corta cantidad con el laton, forma el *maillechort*, materia conocida hace mucho tiempo en China con el nombre de *packfung*, que imita perfectamente á la plata y que se usa mucho en la actualidad. Si se empaña algo al aire, se la limpia con la mayor facilidad y recobra toda su brillantez.

Sulfo-arseniuros.

§. 177. *Cobaltina.*—Se conocen en la naturaleza muchas combinaciones de arseniuros y de sulfuros de bases idénticas. La mas interesante es el sulfo-arseniuro de cobalto, llamado tambien *cobalto gris, cobalto brillante* y *cobaltina.* Es una materia de un brillo metálico bastante vivo, de un color blanco de plata ó blanco rojizo, que cristaliza en el sistema cúbico y se esfolia en cubos. En este estado es en el que se la encuentra las mas veces, y los cristales presentan las faltas de simetría de que hemos hablado, §. 45, 3.º; esto es, se presentan en cubos que pasan al dodecaedro pentagonal, en dodecaedros, y en icosaedros, en los cuales las caras del octaedro se hallan mas ó menos desarrolladas. Tiene casi los caractéres químicos de la es-

maltina, solo que se descubren tambien indicios de azufre por medio del caldeo.

La cobaltina se halla particularmente en Suecia y en Noruega, en montones mas ó menos considerables, en los terrenos cristalinos con la chalkopirita. Es generalmente mas pura que la esmaltina, y tambien mas rica en cobalto, del cual contiene 35 por 100; se esplota en todas partes con cuidado, y se usa en las mismas preparaciones que el simple arseniuro.

§. 178. *Disomosa.*—Es una sustancia de un color gris de acero, de base de nickel, que, por los indicios de cristalizacion y de esfoliacion, se asemeja á la cobaltina y es isomorfa de esta. No se conoce todavia mas que en Suecia, donde se presenta unida á la cobaltina. Tambien se la ha llamado *nickel gris.*

§. 179. *Mispikel.*—Este sulfarseniuro de hierro, compuesto como los anteriores, no cristaliza ya en el sistema cúbico; se encuentra, quizá como efecto de dimorfismo, en prismas romboidales rectos, ya aislados, ya agrupados en pequeñas masas bacilares, y se le conoce tambien en el estado compacto ó granugiento. Tiene brillo metálico, y su color es blanco de plata ó amarillento. Atacable por el ácido nítrico, su disolucion da un abundante precipitado azul por medio del cianuro ferroso-potásico.

Este mineral se halla muchas veces diseminado en ciertos depósitos de formaciones cristalinas, ó en diversos montones metalíferos, particularmente en los de óxido de estaño; pero forma tambien criaderos, en cierto modo, por sí solo, ya en montones, ya en filones. Esplótase en algunos parajes para sacar de él el arsénico, con el cual se preparan el *arsénico rojo* ó *rejalgar* y el *oropimente* de los pintores, ó el ácido arsenioso que sirve para fabricar el verde de Scheele (arseniato de cobre), que se usa en la pintura y para los papeles pintados.

ARSENIATOS Y ARSENITOS.

§. 180. No hay un cuerpo que merezca conocerse en los minerales de esta série; sin embargo, algunos pueden fijar la atencion por sus formas ó por sus colores.

El *arseniato de plomo*, ó *mimetesa*, es una sustancia por lo general amarillenta, que cristaliza en prismas exágonos regulares muy netos, los cuales nos presentan un arseniato combinado con un cloruro.

Los *arseniatos de cobre* son notables por sus colores verde claro, verde oscuro, ó verde azulado, ó por las disposiciones de las variedades fibrosas.

El *arseniato de cobalto*, ó *eritrina*, es de un hermoso color violado cuando está en cristales, y de rosa en las variedades pulverulentas. El arsenito de la misma base, siempre pulverulento, presenta igualmente un matiz de rosa que tira á lila.

Entre los *arseniatos de hierro* hay uno, la *sideretina*, que se forma diariamente en las minas; es de color moreno, muy frágil, por lo general muy brillante en la fractura, y se parece á la colofana: contiene frecuentemente á la vez ácido arsénico y ácido sulfúrico, lo cual prueba, que proviene de la descomposicion de los sulfo-arseniuros.

Los *arseniatos de cal* presentan cristales muy pequeños ó blancos, copos cristalinos, las mas veces acompañados y aun teñidos por el arseniato rosa de cobalto.

Los arseniatos son por lo general productos modernos que se forman diariamente en los depósitos de arseniuros.

3.º GRUPO DE LOS FOSFÓRIDES.

Cuerpos no metálicos que dan por la fusion con el carbonato de sosa una sal soluble, cuya disolucion da un precipitado blanco por medio del nitrato de plomo, y amarillo por el nitrato de plata.

Fosfatos.

§. 182. El grupo de los fosfórides no contiene mas que fosfatos, de los cuales algunos corresponden á los arseniatos, pero que son mas variados aun. No presenta nada de importante respecto de las artes; pero algunas especies llaman la atencion bajo otros puntos de vista.

El *fosfato de plomo* ó *piromorfita*, isomorfo de la mimetesa y de la misma fórmula, es una combinacion de fosfato con un cloruro ó un fluoruro. Muchas veces en prismas exágonos regulares, diversamente modificados, se presenta tambien en cristales aciculares, cuya reunion produce masas fibrosas, ó bien en estalactitas y en forma mamelónar. Esta sustancia, notable por la variedad y el tono de sus colores accidentales, se halla en los criaderos metálicos, y principalmente con el sulfuro de plomo; en Francia hay algunas localidades notables bajo este punto de vista, como el Huelgoat en Bretaña, la Cruz de las Minas en los Vosgos, y Pontgibaud en el Puy de Dôme.

El *fosfato de cal*, ó *apatita*, es un compuesto isomorfo que se halla en cristales vítreos blancos, trasparentes ú opacos, y á veces de color, y que por lo general está diseminado en el gneiss y el micasquisto. Rara vez se le encuentra en los criaderos metalíferos.

Hay tambien una variedad litoidea de esta sustancia, mezclada con capas ó filones de cuarzo, que constituye colinas enteras, y que se esplota lo mismo que las piedras de sillería, en Logrosan en Estremadura. Hállanse riñones de estructura térrea en los terrenos ulleros, en la creta, y en las arcillas inferiores; parece que no es este el mismo fosfato que se halla en los cristales.

Los *fosfatos de cobre* son tan variados como los arseniatos, á los cuales se parecen mucho por sus composiciones, sus formas, sus colores, y porque los mas se hallan tambien en los criaderos metalífeos.

Los *fosfatos de hierro*, que apenas son conocidos, estan

unos cristalizados, otros en pequeños núcleos, y los mas en pequeñas masas térreas. La mayor parte son unas materias azules, frecuentemente llamadas *azul de Prusia nativo*; pero los hay tambien verdes. Algunas veces son blancos por dentro los riñones, lo mismo que los fosfatos que se preparan artificialmente precipitando un sulfato de peróxido ó de protóxido de hierro por medio de un fosfato alcalino, y su materia toma un color azul espuesta al aire. Estos fosfatos se hallan unos en los criaderos metálicos, como en Cornouailles, y otros en las grietas de los basaltos; la mayor parte de las variedades térreas se encuentran en los depósitos arcillosos de sedimento.

Los *fosfatos de manganeso*, ó quizás de manganeso y de hierro, son tambien de diversas especies; unos (*triplita*) morenos, en masas esfoliables, y otros rojizos y violáceos. Se hallan en los terrenos de cristalizacion, y particularmente en los granitos del Limousin.

Deben distinguirse tambien los *fosfatos de urano* y *de cal* ó *de urano* y *de cobre*; el primero, que tiene un hermoso color amarillo, se encuentra en pequeñas masas en los granitos de Marmagne cerca de Autun, de Saint-Irieux cerca de Limoges: el segundo, de color verde, se halla principalmente en los criaderos estanníferos de Cornouailles y de Bohemia. Estas dos sustancias isomorfas estan muchas veces en pequeños prismas cuadrados, agrupados unos sobre otros.

La *turquesa* pertenece á los *fosfatos de alumina*, y es una materia de un azul verdoso particular, bastante buscada en la joyería; pero hay dos especies; la una, la *turquesa de roca antigua*, se halla en forma de venitas ó de pequeños riñones, en materias arcillosas, en Nichabour en Persia, y es una materia puramente mineral. La otra, *turquesa de roca nueva*, proviene de los dientes ó de los huesos de mamíferos sumergidos en el seno de la tierra, y accidentalmente teñidos de azul verdoso; es mucho menos dura y mucho menos estimada que la otra. Por medio de esmaltes se imita perfectamente la turquesa.

CLASE DE LOS TELURIDES, SELENIDES Y SULFURIDES.

§. 183. *Caractéres generales.*—El teluro, el selenio y el azufre son unos cuerpos que desempeñan muchas veces las funciones de electro-negativos, y que en todos los casos son isomorfos. Obsérvase esto especialmente en los laboratorios, porque hay pocos compuestos naturales exactamente comparables. Asi, los teluriuros, los seleniuros, los sulfuros compuestos segun una misma fórmula, son idénticos en las formas, y tan parecidos por los demas caractéres físicos, que no se les puede distinguir. Los seleniatos son isomorfos de los sulfatos, y los pocos teluriatos que conocemos presentan tambien la misma semejanza. En la naturaleza no se distinguen á simple vista los teluriuros, los seleniuros, ni los sulfuros de plomo y de plata. No todas estas sustancias estan cristalizadas; pero todas las que son de base de plomo presentan esfoliaciones rectangulares, igualmente limpias, y segun todas las probabilidades, cúbicas como el sulfuro de plomo. La *euchairita* presenta tambien las mayores analogías con la *estromeyerina*, compuesta segun la misma fórmula.

Todas estas circunstancias bastan ciertamente para reunir estos diversos cuerpos. Su conjunto forma ademas un intermedio entre los arsenides y los clorides, porque, por una parte, el teluro, el selenio y el azufre, se volatilizan como el arsénico en el estado simple, y forman tambien óxidos volátiles; y por otra, si el teluro forma, como el arsénico y el fósforo, compuestos gaseosos con el hidrógeno, el selenio y el azufre pueden formar hidrácidos, como el iodo, el cloro, etc.

1.° GRUPO DE LOS SULFURIDES.

Cuerpos la mayor parte sólidos, algunos líquidos ó gaseosos; que desprenden vapores de ácido sulfuroso, ya inmediatamente, ya por medio de la combustion, ya por la accion del polvo de carbon y del

calor, ó bien que producen hidrógeno sulfurado, cuando despues de haberles tratado con el carbonato de potasa, solo ó mezclado con carbon, se echa el resíduo en agua acidulada.

Azufre.

§. 184. *Caractéres.*—Sustancia amarilla, algunas veces verdosa, morena, rojiza cuando está mezclada; pertenece el sistema cristalino prismático rectangular recto; es fácilmente fusible, y aun volátil y muy combustible, trasformándose en gas ácido sulfuroso sin dejar residuo cuando es pura.

Se halla con bastante frecuencia en cristales, que son octaedros de bases de rombos, bastante agudos y diversamente modificados; algunas veces en cristales aciculares ó en stalactitas; muchas en masa compacta, traslúcida ú opaca, y á veces en el estado térreo, pulverulento ó agregado, presentando entonces un tinte pálido.

Yacimiento.—El azufre se halla en todos los terrenos: lo hay en Hungría, en el Brasil, en el Perú, y en las capas de cuarzo subordinadas á las rocas micáceas y feldspaticas. Se le encuentra tambien en algunos criaderos metálíferos que atraviesan las rocas análogas. Abunda especialmente en los depósitos de sedimento, en los cuales se halla en todas las estancias, casi siempre acompañado de sulfato de cal, diversas arcillas, y muchas veces de sal comun; se le ha encontrado hasta en las piedras de yeso de las cercanías de París. Pero donde mas esparcido está es en los parages inmediatos á los volcanes encendidos; asi es que en Sicilia, ademas de las venas y de los nidos diseminados en gran número en todo el terreno de sedimento, el azufre forma capas regulares mas ó menos densas, mezcladas con arcilla, sulfato y carbonato de cal, que llegan hasta diez metros de espesor, y cuya estraccion es considerable. En Islandia forma tambien depósitos muy estensos del mismo género, y está en granos poco adheridos entre sí, que pueden esplotarse con una pala lo mismo que la are-

na. Su cantidad es tan considerable, que solo esta isla podria surtir de azufre á todo el mundo, si bien á causa del calor que se desprende, hay que detenerse á un metro ó dos de profundidad.

Todos los volcanes activos producen azufre: despréndese este abundantemente de las fisuras que se hallan en sus cráteres, y todas las materias inmediatas se cubren de él diariamente. Las solfataras, especies de cráteres antiguos dotados aun de cierta actividad, suministran tambien gran cantidad de azufre, que se desprende de las grietas del terreno al mismo tiempo que ácido sulfuroso, ácido hidroclórico y el vapor de agua.

Las aguas cargadas de hidrógeno sulfurado que surgen de lo interior de la tierra dejan depósitos de azufre térreo ó pulverulento en su tránsito; á circunstancias análogas se deben indudablemente los depósitos de azufre que hay en el fondo de ciertos lagos en la Siberia. Todos los dias se forma azufre por la descomposicion de los sulfatos en los parages donde se hallan estas especies de sales con materias orgánicas en descomposicion.

Todos los ejemplares de azufre cristalizado que hay en las colecciones provienen de terrenos de sedimento, ya de Girgenti, en Sicilia, en donde presentan á veces los cristales un volúmen considerable, ya del Césena, á seis leguas de Ravena en el Adriático, ó del Conil, á seis legnas de Cádiz en España; en cuyas localidades son muy límpidos y tienen nna hermosa trasparencia. Los hay tambien bastante bellos en Saint-Boës, cerca de Dax, en las Landas.

Usos.—El azufre sirve particularmente para la fabricacion de la pólvora y para la preparacion del ácido sulfúrico que consume cantidades prodigiosas de esta sustancia; se prepara tambien con él el ácido sulfuroso que sirve para blanquear las telas. Sabido es que se usa para hacer pajuelas; y que se administra en medicina bajo diversas formas. Puede ser muy útil en los incendios de chimeneas, porque basta echar un puñado de azufre en polvo en el fogon para que se desarrolle una gran cantidad de ácido sulfuroso,

el cual tiene la propiedad de apagar los cuerpos inflamados y puede contener al instante el incendio.

Súlfuros.

§. 185. *Caractéres generales.*—La mayor parte de los sulfuros son sólidos y estan dotados de brillo metálico; los mas producen un olor sulfuroso por el caldeo, y dejan un resíduo que descubre las sustancias con que está combinado el azufre. En algunos, las bases mismas ó sus óxidos son volátiles, y se desprenden tambien por la accion del calor.

Por la fusion con la sosa, dan todos una materia que deja desprender el hidrógeno sulfurado por la accion del agua acidulada. Son tambien atacables por el ácido azóico, con desprendimiento de gas nitroso; la disolucion precipita entonces por medio del azoato de barita, que indica el ácido sulfúrico formado, y despues por diversos reactivos que denotan la naturaleza de las bases.

Hay sulfuros de diversos órdenes de composicion; unos simples, otros dobles y aun triples, y algunas veces mas complicados aun, á consecuencia de las sustituciones isomorfas. Los sulfuros simples se componen:

La mayor parte	de 1 átomo de base	1 átomo de azufre.
Algunos	de 1 átomo de base	2 átomos de azufre.
Rara vez	de 2 átomos de base	1 átomo de azufre.
Varios	de 2 átomos de base	3 átomos de azufre.

Los compuestos dobles ó triples son sumamente variados.

Analogías de las especies.—Todos estos compuestos simples, dobles ó triples, tienen entre sí las mayores analogías físicas. Los mas estan dotados de brillo metálico; un gran número cristaliza en el sistema cúbico, y especialmente los sulfuros *argirosa*, *galena*, y *blenda*, que son de una misma fórmula de composicion. La pirita comun, que es un

bi-sulfuro, se halla en el mismo caso. Algunos pertenecen al sistema romboédrico, como la *chalkosina*, el *cinabrio*, la *molibdenita*, la *argiritrosa* y la *proustita*. Los demas pertenecen á los sistemas prismáticos rectos ú oblícuos, ó no manifiestan ningun vestigio de cristalizacion.

Yacimiento ó lecho; *importancia*.—Los mas de los sulfuros forman filones ó montones en los terrenos de cristalizacion; algunas veces tambien en los terrenos de sedimento, y especialmente en los parages en que estos se hallan inmediatos á los primeros. Hay un gran número que son muy importantes, porque constituyen las menas de donde se estraen los metales mas útiles, como la plata, el plomo, el cobre, el zinc, el mercurio, el antimonio, etc. De estos es de los que trataremos especialmente.

Hidrógeno sulfurado.

§. 186. *Caractéres.*—Cuerpo gaseoso, incoloro, de un olor á huevos podridos, soluble en el agua, á la cual comunica este olor, combustible al contacto de un cuerpo inflamado, y que se convierte entonces en agua y en ácido sulfuroso.

Modo de ser.—Esta materia se desprende frecuentemente en estado gaseoso, en los fenómenos volcánicos, y se exhala tambien por las grietas que forma el suelo en los casos de terremoto; pero se la halla principalmente disuelta en el agua en muchos parages, donde forman las aguas minerales hepáticas ó sulfurosas: tales son las aguas de Archena, de Carratraca, etc.; aguas que se administran con ventajas, principalmente al esterior, en ciertas enfermedades, usándose tambien interiormente, aunque debilitadas.

Este gas se halla á veces condensado en los poros de ciertas materias, desprendiéndose en gran cantidad de las masas de azufre cuando se estraen estas del seno de la tierra, como tambien de los depósitos térreos donde se encuentran.

Argirosa.—*Plata sulfurada, mina de plata.*

§. 187. *Caractéres.*—Sustancia metaloidea, de color gris de acero y gris de plomo de poco brillo, que cristaliza en el sistema cúbico, no esfoliable, algo ductil, y divisible con un instrumento cortante.

Fusible al soplete y reducible en el carbon á un boton de plata metálico, soluble en el ácido azóico, y que da en la plancha de cobre un precipitado de plata.

Este mineral contiene, en el estado de pureza, 87 por 100 de plata.

La argirosa está á veces en cristales cúbicos ú octaedros, agrupados frecuentemente en dendritas, ó bien en filamentos rectos ó contorneados, y en pequeñas masas mamelonares.

Lecho ó yacimiento.—Esta sustancia se encuentra en filones, mas ó menos abundantes y ricos, en los terrenos de cristalizacion, ó en los de sedimento próximos á ellos; y casi siempre se la halla acompañada de sulfuro de plomo, que suele ser la parte dominante. Los depósitos mas célebres en Europa son los de Hungría y de Transilvania; vienen despues las minas de Kongsberg en Noruega, de Sala en Suecia, de las inmediaciones de Freyberg en Sajonia, de Mansfeld y de la Wesfalia; siendo tambien la América ecuatorial la que de esta materia presenta riquezas mas considerables: Méjico y el Perú ofrecen igualmente depósitos de argirosa, de una riqueza, de una pureza y de una estension prodigiosas, y que podrian suministrar millones de quintales de plata, á no faltar allí los brazos, el agua y el combustible. Por lo demas, casi todos los depósitos de galena contienen sulfuro de plata ó plata diseminada, que se estrae por diferentes procedimientos.

Galena.—*Plomo sulfurado, mena de plomo.*

§. 183. *Caractéres.*—Sustancia metaloidea, de color gris

plomo, brillante, que cristaliza en cubos y es esfoliable pa ralelamente á las caras de este sólido : no ductil, y que e vez de de cortarse se raspa con un instrumento cortante.

Fácilmente reducible á plomo metálico sobre el carbo soluble en el ácido azóico; da laminitas metálicas brillantes, de color gris de plomo por la accion de una barr de zinc, y contiene 87 por 100 de plomo en el estado d pureza.

La galena se encuentra con bastante frecuencia cristalizada en cubos, ó en octaedros diversamente modificados presentase tambien en formas tomadas del carbonato y del fosfato de plomo, que por efecto de la descomposicion han pasado al estado de sulfuro, §. 89; pero lo mas comun es hallarla en masas laminales y hojuelas mas ó menos ténues.

Situacion: *usos*.—Esta sustancia pertenece á todos los terrenos, y asi se la halla en los depósitos de cristalizacion como en los depósitos de sedimento, y solo se detiene en la parte media de la série de estos últimos, en lo que se ha llamado lias, §. 160, nota. Forma filones, montones y capas, donde casi siempre está acompañada de sulfuro de zinc, de diferentes sales de plomo, de sulfato de barita, de fluor, etc. A veces se la halla diseminada en una multitud de niditos en las materias areniscas. En otras partes se la halla mezclada enteramente con materias silíceas, ó de otra naturaleza, en partículas tan menudas que forman un todo homogéneo y compacto.

Los depósitos de galena son abundantes, pero desigualmente esparcidos por la superficie de la tierra. La Francia contiene pocos, y las esplotaciones mas notables de este pais son las de Poullaoen y de Huelgoat en Bretaña, si bien los hay igualmente en otros paises, como en los Vosgos, el Iser, el Tarn, el Lot, etc. De todos modos, la produccion del pais no basta para las necesidades de los franceses, y entra anualmente del estrangero en valor de 3 ó 4 millones; siendo la Inglaterra, y principalmente el Derbyshire y el Northumberland, la que suministra mas,

pues produce por sí sola mas de la mitad de lo que da la Europa; cuya produccion anual es de unos 38 millones de kilógramos, de un valor medio de 30 millones de francos.

La galena bruta, reducida á polvo, y designada entonces con el nombre de *zafre*, sirve para barnizar los objetos de alfarería: en la operacion se reduce á litargirio, que se funde en la superficie del objeto en un barniz amarillo, á que se da tambien el color verde y oscuro por medio de los óxidos de cobre y de manganeso. Con este mismo polvo se confeccionan tambien los papeles metalíferos con que se forran las cajas y los cofres.

Blenda.—*Sulfuro de zinc, zinc sulfurado.*

§. 189. *Caractéres.*—Sustancia no metaloidea, amarillenta, oscura, que cristaliza en el sistema cúbico, pero esfoliable en tetraedros, en octaedros ó en dodecaedros romboidales.

Infusible al soplete, irreducible; su disolucion azóica es bastante dificil, dando por el amoniaco un precipitado blanco que vuelve á disolverse por un esceso de álcali.

Contiene en el estado de pureza 67 por 100 de metal; pero frecuentemente se halla combinada con proto-sulfuro de hierro, que le da un color oscuro mas ó menos subido.

En las colecciones suele verse la blenda en cristales tetraedros y octaedros diversamente modificados. Las grandes masas que forma en el seno de la tierra, son generalmente de estructura laminosa.

Situacion ó lecho.—*Uso actual.*—Esta sustancia rara vez forma criaderos por sí sola, siendo lo general encontrarla unida con la galena, y á veces en cantidad considerable. Por espacio de mucho tiempo se ha desechado esta sustancia como inútil, pero en el dia se la esplota para sacar de ella el metal, que se emplea, entre otros muchos usos, para la fabricacion del *laton ó cobre amarillo*, aleacion de 35 partes de zinc y 65 de cobre, eminentemente útil en las artes,

y que antiguamente se preparaba solo con la calamina, de que hablaremos mas adelante.

La blenda se ha hecho pues un mineral de importancia, y lo será cada vez mas en razon á que el uso del zinc se estiende diariamente.

Conviene mucho saber elegir el zinc metálico que debe emplearse, porque entre las varias especies hay grandes diferencias respecto de la duracion. El que contiene hierro, y que por lo mismo es siempre ágrio y frágil, debe generalmente desecharse, no solo á causa de este inconveniente, sino tambien porque se oxida mas pronto. El zinc puro es el que con particularidad debe buscarse.

§. 190. El sulfuro de cadmio suele hallarse mezclado en cortísima cantidad con la blenda; habiéndose manifestado en las minas de Leadhills en Escocia en forma de mameloncitos anaranjados.

Para el uso de los laboratorios se saca el cadmio de las materias, ó *cadmias*, acumuladas en las chimeneas donde se tratan las menas del zinc, y donde sus compuestos se subliman en mas abundancia que los de este último metal.

Cinabrio.—*Mercurio sulfurado*, *bermellon.*

§. 191. Sustancia no metaloidea, roja ó parda, cuyo polvo es de un hermoso color rojo, muy pesada, que cristaliza en el sistema romboédrico, y esfoliable en prismas exágonos. Volátil sin dejar resíduo en el tubo cerrado, y que da glóbulos de mercurio si se la mezcla antes con carbonato de sosa; atacable por el agua régia, en cuyo caso precipita mercurio en una plancha de cobre: compuesta de 86 por 100 de mercurio y 14 de azufre.

Los cristales de cinabrio son generalmente pequeños y raros; los de Europa presentan siempre combinaciones de romboedros, los de la China, mas voluminosos, estan en prismas exágonos y son esfoliables por sus caras.

El cinabrio se encuentra las mas veces en masas granugientas ó compactas, y algunas en el estado térreo, y dan-

do color á las materias arcillosas y demas á que está unido. Del cinabrio, cuyos principales criaderos hemos indicado §. 152, es del que se saca el mercurio.

Pirita.—*Hierro sulfurado, pirita marcial, marcassita.*

§. 192. *Caractéres generales.*—Sustancia metaloidea, de color amarillo de oro ó amarillo verdoso; su disolucion azóica precipita abundantemente en azul por el cianuro ferroso-potásico.

Distincion de dos especies.—Este compuesto se presenta bajo dos sistemas de cristalizacion, el cúbico y el prismático romboidal.

1.º En el sistema cúbico el color es amarillo de oro, y el brillo muy vivo; los cristales, que son muy variados, suelen estar en cubos estriados en tres direcciones, *fig.* 392, y frecuentemente modificados por el dodecaedro pentagonal, *fig.* 393. Hállase tambien á veces este dodecaedro completo, *fig.* 394, y el icosaedro, *fig.* 395 y 396, uno y otro modificados de muchas maneras, y ofreciendo en general hermosos poliedros.

2.º En el sistema prismático el color es de un amarillo verdoso y turbio. La materia se presenta en prismas romboidales diversamente modificados, *fig.* 397, 398, 399, ó en octaedros, *fig.* 400, 401, 402, modificados de muchas maneras. Los agrupamientos son tambien muy notables en esta especie, en la cual se hallan las reuniones de octaedros desfigurados de que hemos hablado, pág. 53, *fig.* 266.

El sulfuro cúbico se conserva perfectamente; pero el sulfuro prismático se descompone con la mayor facilidad, y nunca puede conservársele mucho tiempo en las colecciones, pues se hiende primero, se esponja y se reduce á sulfato de hierro. Esta es la variedad á que se da el nombre de *pirita blanca, hierro sulfurado blanco, y esperkisa.*

Ademas de las formas cristalinas, los sulfuros de hierro, y en especial el segundo, se presentan en agrupamientos dendríticos, en bolas cubiertas de cristales, en masas

mamelonares, en estalactitas, en formas tomadas de las conchas y principalmente de las ammonitas, bajo la forma de madera, etc.; hallándoselos tambien en pequeñas masas fibrosas y compactas.

Algunos sulfuros de hierro se han descompuesto en la naturaleza sin perder aquellas formas bajo las cuales se agregáran primitivamente las materias, y entonces sus cristales y sus seudomorfosis se hallan convertidos en hidrato de peróxido de hierro.

Situacion.—Estos sulfuros de hierro son sumamente abundantes en la superficie del globo; hállanse diseminados por todas partes en cristales, en nidos, en riñones, en bolas, en montoncitos, en venas, asi en las rocas cristalinas, como en los depósitos de sedimento, y en todos los criaderos metalíferos, donde generalmente se presentan en hermosas cristalizaciones; pudiendo decirse, sin generalizar demasiado el hecho, que el sulfuro prismático pertenece mas que el otro á los terrenos de sedimento. A la pirita es á la que deben atribuirse las mas veces los supuestos descubrimientos de oro de que suele hacerse ilusion el vulgo.

Usos.—En los parages donde abundan las piritas, se las recoge para fabricar sulfato de hierro y de alumbre, favoreciendo su descomposicion, y particularmente la de la especie inalterable al aire, por medio de la accion prévia de un fuego graduado. Tambien se ha hecho uso de ellas para estraer el azufre mediante una especie de destilacion en vasija tapada. Cuando son auríferas, como en Macugnaga en el Piamonte, alrededor de Freyberg en Sajonia, y en Berezof en Siberia, se las esplota para sacar de ellas el oro, bien sea por medio del lavado, ó por amalgamacion.

Antiguamente se trabajaba la especie no alterable, y con el nombre de *marcassita* se hacian botones y chapas de ornamentos, cuyas facetas producian muy buen efecto á la luz, industria que ha destruido la bisutería de acero. En los sepulcros de los antiguos peruanos, se encuentran grandes planchas bruñidas de este metal, habiéndose supuesto que les servian de espejos, y de aquí el nombre de espejo

los Incas. En la época de la invencion de las armas de fuego, se hacia uso del sulfuro de hierro en lugar de la piedra de chispa; y de aquí los nombres de *pirita* y de *piedra de arcabuz*.

§. 193. *Otra especie.*—Hay otra especie de pirita muy distinta de las anteriores por todos sus caractéres: es magnética, y de aquí el nombre de *pirita magnética*, de un color de tumbaga oscuro, de donde ha venido el nombre aleman de *leberkies*, con brillo metálico. Hállase cristalizada en prismas exágonos, considerados como regulares: deja sobrenadar azufre por la disolucion en el ácido hidroclórico; y en fin, su composicion ofrece una combinacion de persulfuro y de protosulfuro. Se la encuentra en pequeñas masas laminales, y á veces en cristales, en las rocas cristalinas, y principalmente en Bodenmais en Baviera.

Molibdenita.—*Molibdeno sulfurado.*

§. 194. Sustancia metaloidea, de color gris de plomo, untuosa al tacto, que presenta algunos cristalitos en forma de prismas exágonos regulares, ó pequeñas masas laminales compuestas de hojuelas flexibles.

Infusible al soplete, dejando, cuando se la caldea, un resíduo blanco de ácido molíbdico; atacable por el ácido azóico, que deja un precipitado insoluble de la misma materia.

Esta sustancia se halla reunida en montoncitos en los terrenos cristalinos, y tambien diseminada, encontrándosela á veces en los depósitos metalíferos de estaño, de hierro magnético y de cobre. Es bastante comun en los Alpes, en los Pirineos, etc.; pero no tiene mas uso que en los laboratorios para la preparacion del molibdeno y de sus compuestos.

obnt

Chalkosina.—*Cobre sulfurado, cobre vítreo.*

§. 195. Sustancia metaloidea, de color gris de acero, algo ductil, que puede cortarse fácilmente con un instrumento cortante, y que cristaliza en prismas exágonos regulares diversamente modificados.

Fusible al soplete, dando granos de cobre cuando se trata con la sosa la materia caldeada en el carbon, soluble en el ácido azóico, cuya disolucion se vuelve azul por un esceso de amoniaco, y dando entonces un precipitado escaso ó nulo.

La chalkosina, que contiene 80 por 100 de cobre, es generalmente una materia accidental de los criaderos de cobre piritoso; pero se halla abundantemente diseminada en forma de riñoncitos, en los esquistos de los terrenos areniscos rojos (§. 160, nota), en los paises de Mansfeld y de Hesse, y forma casi por sí sola los depósitos cobrizos del Oural, donde corresponde tambien á los depósitos sedimentarios. Es tanto mas importante en estos sitios, cuanto que en las provincias rusas falta enteramente el cobre piritoso.

Chalkopirita.—*Cobre piritoso, pirita cobriza.*

§. 196. *Caractéres.*—Sustancia metaloidea, de color amarillo de bronce, que cristaliza en el sistema prismático de base cuadrada; fusible al soplete en glóbulos atraibles por el iman, y que da despues glóbulos de cobre con la sosa. Atacable por el ácido azóico, cuya disolucion se pone azul añadiéndole un esceso de amoniaco, y dá al mismo tiempo un precipitado abundante amarillo, que no es mas que óxido de hierro.

El cobre piritoso, mucho menos rico que la chalkosina, contiene 35 de cobre, 30 de hierro y 35 de azufre en el estado de pureza.

Esta materia se encuentra á veces cristalizada en tetraedros y en octaedros, que por mucho tiempo se han consi-

derado como regulares; lo cual no es de estrañar si se atiende á lo fácil que es equivocarse tratándose de medidas poco exactas; puesto que el tetraedro de esta sustancia, por ejemplo, tiene sus caras inclinadas 110° y 71° 10', medida muy aproximada á los 109° 28' 16'', y 70° 31' 44'' del sólido regular de la geometría. Por lo demas, la chalkopirita se presenta en masas compactas, cuya fractura reciente es muy brillante, y á veces se halla mezclada con materias estrañas.

Situacion, lecho.—Esta mena de cobre pertenece en general á los terrenos graníticos, donde suele formar filones ó acumulaciones abundantes; sin embargo, se la halla tambien en los terrenos de sedimento, y particularmente en los *esquistos cobrizos*, que acabamos de citar en el Mansfeld, donde indica la chalkosina.

Importancia.—Este sulfuro es la principal mena de cobre, y en todas partes donde existe, en cantidad regular por lo menos, se le esplota con actividad.

Los paises que poseen las minas de cobre mas abundantes son la Inglaterra, la Rusia, el Austria, y la Suecia. La primera de estas naciones suministra casi la mitad de la masa total que produce la Europa, y que se eleva á 21 millones de kilógramos. Tambien se recibe cobre de la China, del Japon, de Méjico y de Chile.

Estibina.—*Antimonio sulfurado.*

§. 197. *Caractéres.*—Sustancia metaloidea, de color gris de plomo, que cristaliza en prismas romboidales, esfoliables paralelamente al plano de las diagonales mas cortas.

Es muy fusible al soplete, dando abundantes vapores blancos cuando se la caldea; es atacable por el ácido azóico, con precipitado inmediato de óxido de antimonio.

La composicion $Sb^2 Su^3$ de esta sustancia corresponde á 73 de antimonio y 27 de azufre.

Los cristales de estibina son unos largos prismas, terminados en el vértice por cuatro caras, y agrupados las mas

veces en masas *bacilares*. La sustancia suele hallarse tambien en masa laminal y á veces compacta.

Situacion ó lecho: usos.—Esta materia, aunque poco abundante, es bastante comun, y constituye por sí sola filones enteros en el granito ó en las rocas adheridas á él; hállasela tambien en otros criaderos metalíferos, y principalmente en los depósitos de argirosa. Se la esplota para sacar de ella el metal cuyos usos hemos indicado anteriormente, §. 172.

§. 198. *Combinaciones.*—La estibina se halla frecuentemente combinada con otros sulfuros, como se ve en el cuadro de clasificacion, formando con bases diferentes, diversos compuestos de fórmula idéntica. La mayor parte de estas sustancias son de poca importancia, pero las que contienen plata llaman la atencion en las artes; tales son:

1.° La *argiritrosa* ó *plata roja*, *plata antimoniada sulfurada*, sustancia no metaloidea, de color rojo, y que cristaliza en el sistema romboédrico. Es fusible al soplete, desprende vapores de antimonio por la calcinacion, y deja por último un boton de plata. Contiene 59 por 100 de plata.

La cristalizacion de la argiritrosa es muy varia, pues ofrece prismas de bases de exágonos regulares, escalenoedros, y dodecaedros de triángulos isósceles, agrupados á veces en dendritas ó en pequeñas masas botrioideas (1).

Esta sustancia no se halla en las minas de Europa sino en cortas cantidades y siempre limitada á los criaderos de argirosa; pero en Méjico y en el Perú forma la parte mas importante de ciertos depósitos, y es un manantial de productos considerables.

2.° La *psaturosa* ó *plata sulfurada agria*, *plata antimoniada sulfurada negra*: sustancia metaloidea, de color gris de hierro; cristaliza en prismas romboidales, es muy rica en

(1) Nombre dado en mineralogia á todo mineral dispuesto en forma de granos, cuya reunion se asemeja á un racimo de uvas.

(N. del T.)

plata, de la cual contiene 69 por 100, y se la encuentra con la precedente.

3.º La *miargirita,* que todavia no se conoce mas que en Braunsdorf en Sajonia, en las gangas argentíferas: hállasela tambien en prismas romboidales, pero de un brillo menos vivo y de un color mas negro, diferenciándose tambien en sus proporciones, puesto que no contiene de plata mas que 36 por 100.

Hay tambien combinaciones triples de sulfuro de antimonio con sulfuros de cobre y de plomo, estando á veces reemplazado el último por el sulfuro de plata. Estas combinaciones son las que han llevado y suelen llevar todavía el nombre de *cobre gris*, grupo que se ha dividido ya en *bournonita*, *polibasita*, y *panabasa*, las cuales contienen sin duda otras muchas materias diferentes.

La *bournonita* está en cristales que corresponden al prisma rectangular. La *polibasita*, que contiene 64 por 100 de plata, está en prismas exágonos, pegados unos á otros, y que podrian muy bien ser regulares; procede principalmente de las minas de Guanajuato y de Guarisamey en Méjico, y seria una sustancia preciosa, si se hallase en masas considerables. La *panabasa* cristaliza en tetraedros regulares.

Todas estas sustancias se hallan en filones; sin embargo, la última forma algunos criaderos particulares, donde se la esplota como mena de cobre, buscada principalmente por la plata que las mas veces contiene; pero es difícil de tratar á causa del antimonio.

§. 199. *El antimonio reemplazado por el arsénico.*—El arsénico reemplaza algunas veces al antimonio en sus combinaciones, como sucede en la *proustita*, especie de plata roja sin ninguna alteracion en los caractéres físicos, escepto la sustitucion del antimonio por el arsénico.

El arsénico se halla casi siempre tambien en la polibasita y la panabasa, y reuniéndole con el antimonio es como se obtienen las fórmulas indicadas.

Rejalgar y oropimente.

§. 200. Estas dos sustancias no presentan el brillo metálico: la primera es roja cuando está en masa, y la segunda amarilla. Exhalan un fuerte olor á ajo cuando se las caldea, y no dejan resíduo alguno.

El rejalgar se encuentra en prismas romboidales, marcados con bastante exactitud, reunidos á veces en pequeñas masas bacilares; pero lo mas comun es hallarle en pequeñas masas compactas.

El oropimente se encuentra en cristales poco distintos, romboidales, que se esfolian en direccion paralela á los planos de las diagonales, y en la de uno de ellos mucho mas distintamente que en la del otro, del mismo modo que en la estibina. Lo mas frecuente es hallarle en pequeñas masas laminales, oolíticas á veces, ó bien compactas y térreas.

Estas sustancias, muy poco abundantes, son materias accidentales de filones; encuéntranse á veces diseminadas en ciertos depósitos cristalinos; en los productos inmediatos á los volcanes, ó en las solfataras. Se las emplea en la pintura con los nombres de *oropimente rojo* y *oropimente amarillo*.

ACIDOS SULFUROSO Y SULFURICO.

§. 201. El primero de estos cuerpos, que se encuentra en el estado gaseoso ó disuelto en el agua, da inmediatamente un olor á azufre. El segundo, que se halla en el estado líquido, da el mismo olor por la accion del polvo de carbon, por medio del calor y cuando está bastante concentrado.

El ácido sulfuroso, en estado de gas, es abundantemente espelido durante los fenómenos volcánicos; y en todos tiempos se desprende de los cráteres de los volcanes y de las solfataras activas.

El ácido sulfúrico se halla en estado de disolucion en el

agua, siendo el mas notable ejemplo el que ofrece el arroyo llamado Rio Vinagre, en el volcan de Purazo, en el Popayan. Este ácido es el que, disgregando las rocas traquíticas, y reduciéndolas á una especie de papilla, prepara las terribles erupciones fangosas de Java. Hállasele tambien en ciertas aguas hepáticas, donde proviene de la descomposicion del hidrógeno sulfurado.

SULFATOS.

§. 202. *Idea general.*—Los sulfatos son fáciles de conocer tratándolos al fuego con una mezcla de carbon y de sub-carbonato de sosa; la materia que entonces resulta desprende hidrógeno sulfurado por el agua acidulada.

La mayor parte de los sulfatos son hidratados; mas de las dos terceras partes son solubles en el agua, la cual precipita entonces de diversas maneras, segun la naturaleza de las bases. Los que son insolubles, tratados por el método §. 122, 7.º, dejan sus bases en el estado de carbonato, que puede disolverse en un ácido para examinar su naturaleza.

No hay mas que dos sulfatos que formen depósitos de bastante consideracion en la superficie de la tierra; muchos otros son materias accidentales de los criaderos metálicos, y los mas se forman diariamente en cantidades poco considerables.

Respecto de sus usos, la piedra de yeso, que pertenece á este grupo, es quizá la materia mas importante, porque si bien se hallan en la naturaleza muchos sulfatos útiles en las artes, no son tan abundantes que basten para satisfacer nuestras necesidades, y por lo mismo es preciso prepararlos artificialmente.

Aqui nos ocuparemos especialmente de aquellos sulfatos que ofrecen mas importancia bajo diferentes aspectos.

Anglesita, baritina, celestina.

§. 203. *Caractéres.*—Estos tres sulfatos tienen entre sí grandes analogías. Notables los tres por su peso, y naturalmente incoloros, presentan unas mismas especies de formas cristalinas, que pueden reducirse á prismas romboidales poco diferentes, á saber:

Respecto de la baritina á un prisma romboidal de	101° 42′ y 78° 18′
Respecto de la anglesita	103° 42′ y 76° 18′
Respecto de la celestina.	104° 30′ y 75° 30′

La anglesita no es esfoliable; pero las otras dos sustancias se esfolian con facilidad, siguiendo los prismas indicados.

Las formas son muy numerosas, especialmente en la baritina, que es la mas comun, y pertenecen al tercer grupo cristalino, y particularmente á los prismas romboidales, simples ó modificados de varias maneras, octaedros de una ú otra especie, y todas sus modificaciones tabulares. Las figuras 403 á 412 dan una idea general de estas formas.

La anglesita se ennegrece al contacto del hidrógeno sulfurado: es fusible al soplete y reducible en el carbon por el intermedio del carbonato de sosa. La baritina y la celestina no se ennegrecen, ni dan glóbulo alguno metálico: la primera es difícilmente fusible; la segunda se funde con facilidad. La disolucion barítica precipita siempre por medio de un sulfato, por muy dilatada que esté, y no la disolucion estronciánica.

Ademas de las variedades cristalinas, se presenta la baritina en formas mamelonares y estalactíticas, en masas bacilares y fibrosas, y en masas laminales, granugientas y compactas. Estas variedades, si bien existen en la celestina, son sin embargo menos comunes en ella: sus variedades fibrosas suelen ser entonces de color azulado, que

es de donde les viene el nombre que hemos conservado.

Situacion ó lecho.—La anglesita se halla única y generalmente en pequeños cristales, en los criaderos metálicos de plomo y de cobre. La baritina, que es muy abundante en esta posicion, constituye tambien por sí sola venas y filones en las rocas graníticas, como en Royat en Aubernia; existe igualmente en los terrenos de sedimento, pero se detiene en las formaciones jurásicas. La celestina, por el contrario, parece pertenecer á los depósitos mas recientes; hállasela en bastante abundancia especialmente con los depósitos de azufre de Sicilia, que hemos citado §. 184, y de allí es de donde nos vienen los hermosos grupos que adornan nuestras colecciones. En todas las demas partes apenas se la encuentra mas que en forma de riñones, de estructura laminal, ó en pequeñas venas fibrosas. Existe, y en bastante abundancia, hasta en las arcillas que estan unidas á la piedra de yeso de París, en forma de riñones, compactos ó térreos, comunmente aplanados á manera de tortas.

Karstenita y gipseum ó yeso.—*Anhidrita, muriacita, selenita.*

§. 204. *Caractéres.*—Estas dos sustancias son una y otra sulfato de cal; pero la primera es anhidra, y la segunda hidratada con 21 por 100 de agua. Esta es muy tierna y se raya fácilmente con la uña; la otra es mas dura, pero fácilmente atacable por una punta de acero.

La karstenita, que rara vez cristaliza, se presenta en pequeños prismas rectangulares rectos, modificados en las aristas ó en los ángulos sólidos, *fig.* 413, 414, 415, y esfoliables paralelamente á sus caras y á sus bases. El gipseum, que se encuentra á menudo en cristales, *fig.* 416, 417, 418, pertenece por el contrario á un prisma oblícuo, que se esfolia con mucha facilidad paralelamente á las caras laterales en hojuelas tan delgadas como se quiera; las esfoliaciones paralelas á la base y á las otras caras son mucho menos límpias, y no se manifiestan bien sino en las láminas delga-

das, las cuales se quiebran entonces en unas especies de paralelógramos oblicuángulos.

Los cristales de gipseum son las mas veces unas tablas oblicuángulas, biseladas en las aristas, *fig.* 416, 417, 418, y modificadas de diversas maneras. Estos cristales estan frecuentemente redondeados en algunas de sus partes, resultando de esto á veces formas lenticulares, que reunidas de dos en dos, presentan en la fractura lo que se llama *gipseum en forma de punta de lanza*, disposicion muy comun en las canteras de piedra de yeso de las cercanías de París.

Ademas de las formas cristalinas, estas dos sustancias se presentan en masas laminales; y el gipseum especialmente suele presentar entonces láminas de una hermosa trasparencia, que pueden dividirse y subdividirse hasta el infinito: tambien se presentan en masas laminales, granugientas, compactas y fibrosas.

Situacion ó lecho.—La karstenita forma algunas veces masas considerables, que se encuentran particularmente en la union de los terrenos de cristalizacion y de sedimento; desapareciendo enteramente en estos últimos, cuando estan distantes de las formaciones cristalinas.

El gipseum está mucho mas esparcido, y se encuentra tanto en una posicion como en otra. En algunos sitios se le ve como intercalado en las rocas de cristalizacion, pero sin formar en ellas capas regulares; frecuentemente se presenta tambien en los costados de los valles y en las márgenes de los grandes circos que se encuentran en las altas montañas, desapareciendo en el espesor del terreno; de modo que donde parece que deberia continuar, no se encuentra mas que capas de carbonato de cal, que son su continuacion. Acompaña tambien á ciertos depósitos cristalinos (amidaloidea, serpentina, véase Geologia), que forman colinas prolongadas en los terrenos calizos, y á cuyo derredor y á una distancia poco considerable no se encuentra mas que carbonato de cal.

Por lo demas, lejos de los terrenos de cristalizacion, el gipseum es tambien muy abundante, y forma montones

mas ó menos grandes en todos los pisos ó alturas de estos depósitos, hasta en los mas modernos, donde parece haber sido producido por manantiales. En las inmediaciones de París, y paralelamente á la piedra de cal groscera, §. 160, nota, forma depósitos que presentan caractéres de formacion fluvial, y alrededor de Aix, en Provenza, los hay todavía mas recientes.

Usos.—La karstenita, que es bastante dura y sólida, puede emplearse á veces como mármol: en Grenoble se hace uso de una variedad blanca sacaroidea, que se conserva bien en los parages resguardados. Una variedad algun tanto silicea, y de un color azulado bastante agradable, conocida en Italia con el nombre de mármol de Bérgamo ó de Bardiglio, se emplea en aquel pais para hacer mesas y chimeneas, estrayéndola de Vulpino á 15 leguas de Milan.

El *gipso* compacto y blanco, que se trabaja con mucha facilidad, se emplea bajo el nombre de *alabastro* ó de *alabastrita*, para formar vasijas, zócalos y figuritas de bulto, que suelen ponerse en las habitaciones: para este uso se destinan tambien algunas otras variedades estriadas y onduladas de diversos tintes oscuros. De Volterra, en Toscana, es de donde se estrae esta materia, y en Italia es donde generalmente se fabrican, á poco precio, las obras que de ella se hacen. No debe confundirse este alabastro gipsoso con el alabastro calizo, que es mucho mas sólido, susceptible de un hermoso pulimento, y cuyas diversas variedades son mucho mas agradables (véase carbonato calizo); pues este, muy buscado y trabajado con cuidado, es siempre de un precio bastante subido, mientras que el otro no tiene ningun valor, ni mas estimacion que solidez y brillo.

El *gipso* fibroso, notable por el brillo sedoso que presenta, se talla á veces en perlas, con las cuales se hacen hermosos collares, pero es preciso meterlas entre cristales para conservarlas, porque el menor roce puede destruirlas.

El *gipso* de las inmediaciones de Paris, es una materia sumamente preciosa por la propiedad que tiene de formar rápidamente una masa sólida, cuando despues de ha-

ber sido calcinado y reducido á polvo, se le vuelve, amasándolo, el agua que habia perdido. Por desgracia no se encuentra esta propiedad en el mismo grado en ninguno de los otros depósitos de gipso de los diversos terrenos, á escepcion de los de Aix, en Provenza, y se la atribuye á una cortísima cantidad de carbonato de cal que contienen las variedades de estos dos puntos. Como quiera que sea, á esta variedad es á la que París debe en gran parte su estension: se la esplota con actividad, y se la esporta á grandes distancias, asi en el interior de Francia, como en el estrangero, para construir al menos los techos, que con las otras variedades no suelen tener solidez. En la masa granugienta de nuestras canteras, suelen encontrarse en varios puntos ciertas variedades cristalinas, á que se da diversos nombres, y que por prestar una materia mas fina, son buscadas por los modeladores en yeso. Pero este yeso fino, que solo se emplea para la capa mas esterior de las estátuas, se adhiere con lentitud, y es infinitamente menos sólido; siendo precisamente de la especie que puede obtenerse con los *gipsos* que se encuentran en todas partes.

El *gipso*, muy útil en la agricultura para la formacion de los prados artificiales, se esplota tambien para este uso en las diversas localidades donde se encuentra.

Alunita, alumbre, sales de alúmina.

§. 205. *Caractéres de la alunita.*—El único sulfato capaz de rayar el vidrio es la alunita, sustancia petrosa que suele encontrarse en romboedros muy pequeños, tapizando las cavidades de las masas compactas. Es infusible al soplete, da agua por la calcinacion, haciéndose entonces algo soluble en el agua, la cual produce por el amoniaco un precipitado en forma de copos.

Está compuesta de ácido sulfúrico, de alúmina, de potasa y de agua, en proporciones poco conocidas á causa de las mezclas de que es susceptible la masa.

Esta materia se encuentra en masas compactas bastante

estensas, cavernosas á veces, y presentando aquí y allá venas y riñones, en que la materia es fibrosa. En todos los puntos donde se la conoce, se la halla siempre en la inmediacion de los terrenos traquíticos y en medio de los detritus de piedra pomez: asi es que se presenta en Tolfa, en los Estados romanos, en Piombino, en la costa de Toscana, en Hungría, en algunas islas del Archipiélago griego, y en Mont-Dorè en Francia. Parece hallarse situada en antiguas solfataras, y producirse diariamente en las solfataras activas, como en Pouzzole cerca de Nápoles, y en la Guadalupe, por efecto de la accion de los vapores sulfúreos sobre las materias circunyacentes.

La alunita es una materia preciosa para la fabricacion del alumbre. Para hacerla cristalizar, no hay mas que calcinarla, rociarla despues con agua para reducirla á pasta, colarla en legía caliente, y concentrar las aguas. La sal producida de este modo, llamada *alumbre de Roma*, ha sido muy buscada por mucho tiempo, hasta que por fin se ha conseguido fabricarla de varios modos.

§. 206. *Alumbre.*—En la naturaleza existe tambien alumbre enteramente formado: es una sal compuesta de sulfato de alúmina y de sulfato de potasa ó de amoniaco, de un sabor astringente, soluble inmediatamente en el agua, la cual da entonces por el amoniaco un precipitado blanco muy abundante en forma de copos.

Asegúrase que se encuentra el alumbre potásico en pequeñas capas cubiertas de arena, en medio de los desiertos de Egipto, á donde las carabanas van á buscarlo todos los años. El alumbre amoniacal se halla en forma de venitas fibrosas en los depósitos de lignita de Tschermig en Bohemia. Fórmase tambien diariamente alumbre en las solfataras, en las ulleras incendiadas y en la superficie de ciertas materias esquistosas llamadas *esquistos aluminosos*. Estas materias se esplotan en diferentes parages para la fabricacion del alumbre, limitándose á dejarlas espuestas al aire, donde se disgregan y se alteran, y colarlas despues en legía.

En muchas localidades, la descomposicion de las materias piritosas, bien sea que se verifique naturalmente, ó que se la produzca de un modo artificial, da lugar á una formacion de sulfato de alúmina, por cuyo medio se obtiene alumbre con solo añadirle un álcali; pero las sales que se obtienen entonces, contienen mucho sulfato de hierro, el cual las hace impropias para diferentes usos.

El alumbre es una sal que se emplea con mucha frecuencia en los tintes, y en las tenerías para la preparacion de las pieles blancas: úsase en medicina como astringente, y se impregnan con ella las telas y maderas para hacer difícil su combustion.

§. 207. *Sales aluminosas diversas.*—Ademas de la alunita y del alumbre, se encuentran en la naturaleza el sulfato simple, que entra en la composicion de esta sal, y que se forma de este modo en las solfataras y en ciertas materias esquistosas.

Tambien se forma frecuentemente de los sulfatos aluminosos compuestos, ferruginosos, magnésicos, cobrizos, etc., que se presentan en venitas fibrosas ó en eflorescencia en ciertos esquistos, en diversas arcillas, en algunas cavernas, y en las antiguas escavaciones de minas. Estas materias son las que suelen designarse con el nombre de *alumbre de pluma*, si bien no tienen de comun con el alumbre mas que el sulfato de alúmina.

Hay tambien un sulfato de alúmina insoluble llamado *websterita,* que se encuentra en riñoncitos blancos, suaves al tacto y muy tiernos, y en las arcillas situadas encima de la creta.

Sulfatos diversos.

§. 208. *Sulfatos metálicos.*—Hay otros muchos sulfatos, cuya mayor parte se forman diariamente en los criaderos metalíferos á consecuencia de la descomposicion de los sulfuros; tales son los *sulfatos de cobalto, de hierro, de cobre y de zinc*, que siempre se encuentran en corta cantidad. Estas sustancias son sales hidratadas, que serian naturalmente iso-

morfas, pero que por una parte no estan por lo comun cristalizadas en la naturaleza, por ser continuamente removidas por las aguas, y por otra toman cantidades de agua variables relativamente á la temperatura; de modo que nunca tienen enteramente la misma fórmula á una temperatura dada, §. 46.

El sulfato *pittizita*, de base de peróxido de hierro, se parece algunas veces completamente á la limonita; se forma en algunas minas en tal cantidad, que se hace preciso quitarle, y unas veces es pulverulento, otras estaláctico, algunas translucido, brillante en la fractura, moreno y parecido á resina.

Se forman tambien sales dobles de un mismo metal, que entra entonces en el compuesto, parte en el estado de protóxido, y parte en el de peróxido; tal sucede especialmente respecto de los sulfatos de hierro, como se ve en el cuadro de la clasificacion.

§. 209. *Sulfatos térreos y alcalinos.*—Si las sales precedentes son de poca importancia, hay sin embargo otras que tienen cierto grado de utilidad, como los sulfatos de magnesia y de sosa.

El *sulfato de magnesia* ó *epsomita*, que tambien se llama *sal amarga*, se encuentra algunas veces en pequeñas masas fibrosas, ya en los depósitos salíferos, como en Calatayud (Aragon), ya en los criaderos metálicos, ó bien en eflorescencia en la superficie de ciertos esquistos aluminosos. Tambien se le encuentra en disolucion, constituyendo entonces aguas minerales purgantes, como las de Epsom, especialmente las del condado de Surrey en Inglaterra, y las de Sedlitz y Egra en Bohemia.

El *sulfato de sosa anhidro* ó *thenardita*, que cristaliza en prismas romboidales, forma diariamente costras cristalinas en el lugar llamado las *Salinas de Espartina*, á cinco leguas de Madrid; se le esplota para preparar carbonato de sosa.

El *sulfato hidratado* se halla en estado de eflorescencia en las lavas del Vesubio y en la solfatara de Pouzzole, y se dice tambien haberle encontrado en la superficie del ter-

reno, alrededor de ciertos lagos de Siberia, cuyas aguas le contienen en gran cantidad.

2.º GRUPO DE LOS SELENIDES.

Cuerpos que exhalan un olor de berza podrida caldeándolos en el tubo abierto, y que dan un sublimado rojo pulverulento en el tubo cerrado.

SELENIUROS.

§. 210. No se conoce mas que un corto número de seleniuros, poco abundantes, tres de los cuales son simples y los demas dobles.

El *seleniuro de plomo ó clausthalia*, es de un color gris de plomo, metaloideo, dispuesto en pequeñas masas laminosas frágiles y muy análogas á la galena; fusible al soplete, deja en el carbon un óxido amarillo de plomo y granos de este metal. Se encuentra en el Harz y en las inmediaciones de Klausthal, ya en los depósitos ferruginosos ó ya en la dolomia; donde se presenta tambien combinado con seleniuros de cobalto, de mercurio y de cobre.

El *seleniuro de plata*, que es otra materia de un color gris de plomo, pero ductil y análoga á la argirosa, ha sido observado en las menas de Tasco en Méjico, donde se dice haber encontrado tambien un seleniuro de zinc.

El *seleniuro de cobre ó berzelina*, es de un color blanco de plata y ductil como el sulfuro de la misma fórmula. Se encuentra en la mina de cobre de Skrickerum en Smoland, juntamente con la *euchairita*, sustancia de color gris de plomo, ductil, y que está diseminada en el calizo ó en las rocas magnésicas.

3.º GRUPO DE LOS TELURIDES.

Cuerpos dotados de brillo metálico, que dan un sublimado gris en el tubo cerrado y esparcen, cuando se los caldea en el tubo abierto, un humo blanco picante é inodoro, que se deposita en la parte

fria del tubo, bajo la forma de un polvo blanco, fusible por medio del calor en gotitas cristalinas (1).

§. 211. Las sustancias de este grupo, poco esparcidas en la naturaleza, no han sido conocidas durante mucho tiempo mas que en la Transilvania, en las minas de Nagi-ag, de Offenbanya y de Zalathna, que son unos depósitos argentíferos y auríferos de los terrenos traquíticos; despues se las ha encontrado en Sawodinski en el Altai. Hay pocas especies de estas materias, al menos fijadas con exactitud, porque se las encuentra pocas veces en el estado de pureza y cristalizadas.

El *telurio nativo* es de un color blanco de estaño ó gris de acero, frágil y casi enteramente volátil cuando se le caldea; pero deja de 7 á 8 por 100 de resíduo, que se considera como en estado de mezcla; se ha dicho que existia en pequeños prismas exágonos, pero nada prueba que estos prismas sean de telurio puro; tambien se le ve muchas veces en pequeñas masas laminosas ó granugientas en las colecciones.

El *teluriuro* de plomo es de un color gris de plomo, y está dispuesto en pequeñas masas laminosas bastante análogas á la galena. El *teluriuro de plata* se encuentra en pequeñas masas de gruesos granos maleables y que se cortan fácilmente, como el sulfuro de plata.

Las demas especies parecen ser combinaciones de estos dos teluriuros y aun del teluriuro de oro; pero són muy poco conocidas. Tienen tintes de colores particulares, y se presentan en cristalitos, cuya figura es dificil determinar, y que parecen tenerla diferente en cada composicion.

Las variedades argentíferas y auríferas se recogen para estraer de ellas los dos metales preciosos, y aun la especie

---

(1) Estos cuerpos suelen contener algo de selenio, que les da su olor particular ó su color, pero que no se sublima sino despues del óxido de telurio.

silvana, que contiene hasta 60 por 100 de oro, se ha designado con el nombre de *oro blanco*, y tambien de *oro gráfico* á causa de su estructura. La mullerina, que contiene 26 de oro, se ha llamado *oro gris*.

CLASE DE LOS CLORIDES, FLUORIDES, IOIDES, Y BROMIDES.

§. 212. *Caractéres generales.*—El cloro, el bromo, el iodo y el fluor tienen entre sí las mayores analogías posibles, tanto por sí mismos respecto de diversas propiedades físicas, cuanto por todas sus combinaciones, las cuales se verifican en las mismas proporciones, tienen un sinnúmero de propiedades comunes y muchas veces unos mismos caractéres esteriores; y finalmente, por la facilidad de sustituirse mútuamente en sus compuestos. Ademas se acercan al azufre y al selenio, los cuales los unen con el arsénico y el fósforo.

Los cuerpos naturales de esta division son poco numerosos, y aun la mayor parte de ellos son tan raros que apenas se los conoce. Los mas abundantes, como tambien los de mas importancia, son el salmaro (sal marina ó sal comun), y la fluorina, á los que debe añadirse el kerargiro que, al menos en el Perú, es tan importante como la mena de plata. Tendremos, pues, que ocuparnos poco de los demas.

1.° GRUPO DE LOS CLORIDES.

Cuerpos la mayor parte sólidos (solo uno es gaseoso), solubles ó insolubles en el agua.

Su disolucion da por el azoato de plata un precipitado blanco, soluble en el amoniaco, y que espuesto á la luz adquiere color.

Mezclados con el peróxido de manganeso y sometidos á la accion del ácido sulfúrico, dan todos cloro, lo cual se conoce por el olor.

Acido clorhídrico.

§. 313. Cuerpo gaseoso, incoloro, de un olor picante

y ácido, que exhala vapores blancos al contacto del aire, y es muy soluble en el agua, á la cual comunica mucha acidez.

Este gas suele desprenderse en gran cantidad en los fenómenos volcánicos, especialmente en el Vesubio, y se condensa con los vapores acuosos, formando fuentes de ácido líquido, que algunas veces son muy abundantes. Se le encuentra en algunas aguas minerales, y á veces se desprende tambien de los depósitos salíferos.

El mismo cloro impregna algunas veces las rocas porosas de ciertas erupciones volcánicas, como por ejemplo, en el Puy Sarcouy, en Auvernia.

El ácido clorhídrico es uno de los mas usados en los tintes para modificar los colores, para componer ciertos mordentes y para preparar el cloro y los cloruros; pero entonces siempre se le obtiene por medio del arte.

Kerargira.—*Plata córnea.*

§. 214. Sustancia blanca ó parduscа, semi-trasparente, atacable por el amoniaco, que se corta con el cuchillo, como la cera ó el cuerno, y que deposita plata metálica cuando se la frota contra una lámina de hierro con un poco de agua.

Esta materia, que contiene 75 por 100 de plata, se encuentra en pequeños cristales, que son cubos ú octaedros regulares, y en capas delgadas en la superficie de diversos cuerpos; algunas veces está dispuesta en pequeñas masas diseminadas, y mas á menudo en partículas invisibles, mezcladas con materias térreas ó ferruginosas, de las que puede estraérsela por medio del amoniaco.

La kerargira es poco comun en las minas de Europa; pero existe en gran cantidad en Méjico y en el Perú, donde se halla mezclada con menas de hierro hidratado, conocidas con los nombres de *pacos* y de *colorados*, y que contienen tambien plata nativa, §. 151, y forman masas de una riqueza inmensa en la parte inferior de los terrenos de sedimento.

Salmaro.—*Sal comun*, *sal marina*, *sal gema.*

§. 315. *Caractéres.*—Todos conocen esta sustancia; cristaliza en cubos, vaciados en forma de tolva por sus caras cuando la cristalizacion se ha hecho rápidamente, pero que se encuentran algunas veces muy netos en la naturaleza, y con diversas modificaciones. Tambien se presenta en forma de masa compacta, susceptible de esfoliacion cúbica, en masa laminosa de grandes y pequeñas láminas, en masa granosa y en masa fibrosa.

Naturalmente incolora, esta materia se encuentra muchas veces en el seno de la tierra, de un color gris, rojo, y algunas veces azul, que le comunican materias estrañas mezcladas accidentalmente con ella. La materia roja es las mas veces de naturaleza orgánica.

La composicion del salmaro es 40 de sodio y 60 de cloro. Por medio del ácido sulfúrico se desprende de ella el ácido clorhídrico, y el líquido que queda da, despues de evaporado, agujas cristalinas eflorescentes. Esta última circunstancia distingue el cloruro de sodio del cloruro de potasio, que tiene todos sus demas caractéres, pero cuyo sulfato no presenta eflorescencia.

Yacimiento ó situacion.—El salmaro se nos presenta en depósitos mas ó menos estensos, sumergidos en el seno de la tierra; tambien se le encuentra en disolucion en las aguas de ciertas fuentes y lagos y en las de los mares.

Los depósitos salíferos estan situados todos en los terrenos de sedimento, desde los depósitos peneos, donde parecen comunes, hasta los terrenos terciarios, §. 160, nota. En todas partes presentan una cosa comun, y es que estan formados en gran parte de materias arcillosas, que se llaman *arcillas salíferas*, parduscas ó rojizas; entre las cuales está unas veces diseminada la sal, otras en nidos, en venas, y otras en montones mas ó menos considerables, con mayor ó menor cantidad de sulfato de cal. Estas agregaciones de materias diferentes se presentan como masas

adventicias en medio del depósito general, que constituye la formacion geológica sedimentaria. En ciertas localidades son inmensos estos depósitos particulares, y constituyen montañas enteras, en que algunas veces se presenta la sal al descubierto, y puede ser esplotada á cielo raso, como las canteras de piedra de construccion.

Hay paises que son sumamente ricos en depósitos salíferos, como las dos pendientes de los Karpathos, por una parte desde Cracovia, donde se hallan las famosas salinas de Williczka y de Bochnia, hasta Moldavia, donde se encuentran principalmente las salinas de Okna; y por otra, en Hungría y en Transilvania, donde hay tambien otras muy importantes. En todos estos paises la sal forma por sí sola montones inmensos, que pertenecen á los terrenos terciarios, como desmostré el primero el año 1818, y se esplota en pedruscos que, por la pureza de la masa, se envian inmediatamente al comercio. En Salzbourg, Baviera y Wurtemberg, se encuentran tambien depósitos considerables de esta sal, que pertenecen á los terrenos peneos; pero en estos puntos está diseminada en el depósito general, y no se pueden estraer pedazos de ella como en las localidades precedentes; por lo cual lo único que se hace es introducir aguas en las minas y sacarlas despues para evaporarlas y cristalizarlas. En Francia no hay depósitos de sal esplotados mas que los de Vic y Dieuze en Lorena, que estan situados en la arenisca abigarrada; hay indicios de montones grandes cerca de Orthez, en los Bajos Pirineos. En Inglaterra se citan principalmente las salinas de Norwich; en Suiza las de Bez; en España las de Cardona, que pertenecen tambien á los depósitos terciarios, etc., etc.

Los manantiales salíferos son muy numerosos, y generalmente se hallan en los paises en que hay depósitos de sal, que sin duda atraviesan las aguas antes de brotar. Hay algunos que vienen de una gran profundidad, como lo indica la elevacion de su temperatura.

Todos estos manantiales son esplotados, ya libremente, por los habitantes del pais, ó ya por compañías. En Fran-

cia hay un gran número de ellos, en Dieuze, Moyenvic, Château-Salins, etc., y lo mismo sucede en otros muchos puntos, no solo de Europa, sino de las demas partes del mundo.

Los lagos salados son tambien muy numerosos, y se encuentran principalmente en las grandes llanuras de nuestros continentes. En la Rusia asiática y en la Siberia existen un gran número de ellos; y lo mismo puede decirse de las llanuras de Africa. El terreno mismo de los paises donde se hallan situados estos lagos, está todo impregnado de sal, y se citan masas sólidas de esta materia, que se presentan en la superficie del terreno en los puntos en que pueden conservarse por la sequedad habitual del clima.

Es de notar que en estos lagos, lo mismo que en las aguas de los mares, está acompañada la sal comun de cloruro de calcio y de magnesio, de sulfato de sosa, etc.

Usos.—La sal comun es tan necesaria al hombre, que se la esplota cuidadosamente donde quiera que se la encuentra, y aun se evapora en todas partes el agua del mar para sacarla de ella. En los lugares donde hay ricos depósitos de sal, se le da siempre á los ganados, los cuales la apetecen estraordinariamente, contribuyendo esto mucho á mantener su salud; en dichos puntos se encuentran siempre montones á la entrada de los establos.

Ademas del consumo diario, hay paises donde se emplea la sal comun para preparar subcarbonato de sosa tan necesario para las fábricas de jabon y de vidrio. Tambien se estrae de ella todo el ácido hidroclórico que se necesita para las artes.

La sal comun, á pesar de su poco valor cuando se descuentan los derechos que tiene, ofrece en Europa un producto líquido de 150 millones de francos, y ascenderia á una cantidad enorme, si eximiéndola de cargas pudiese dársela á los ganados.

Cloruros diversos.

§. 216. Citaremos todavia algunas otras materias de este grupo cuyo conocimiento podrá sernos útil.

El *calomel* se encuentra con el cinabrio en pequeñas capas y en cristalitos blanquizcos, que son prismas cuadrados.

La *kerasina*, que es muy rara, se encuentra en algunas minas de plomo en cristales prismáticos de bases cuadradas, y tiene de notable, que presenta una combinacion de cloruro de plomo con el óxido de este metal, circunstancia de que encontramos muchos ejemplos en nuestros laboratorios.

La *atakamita* se halla en el mismo caso. Esta materia es un cloruro de cobre, combinado con el óxido de cobre, é hidratado; presenta un hermoso color verde y se encuentra en el Perú en ciertos criaderos de menas de cobre; se la reduce á polvo y se usa en todo el pais en calidad de arenilla para que no se borren los escritos.

La *silvina* ó *sal de Silvio* está mezclada en muy cortas cantidades con la sal comun en las minas de Hallein y de Berchtesgaden en Salzbourg.

Los *cloruros de calcio y de magnesio*, que son muy delicuescentes, se encuentran en las aguas de los mares y en las de ciertos lagos, y las comunican un sabor amargo.

El *salmiac* ó *sal amoniaco*, se encuentra en algunas ulleras quemadas, en los volcanes, en la superficie de las lavas, y en una especie de solfataras del Asia central, á donde van á esplotarla las carabanas en ciertas épocas del año.

2.º GRUPO DE LOS BROMIDES Y DE LOS IODIDES.

§. 217. Se ha descubierto el bromuro de plata en los *pacos* y *colorados* del Perú y de Méjico, habiéndole encontrado despues en materias análogas en Poullaoen en Bretaña. Es bastante abundante en los primeros, y se presenta en cristalitos cúbicos de color verdusco en los segundos.

Las aguas madres de los saladares y de varias salinas del continente contienen diversos *bromuros*: privadas de sal marina, dan por el azoato de plata un precipitado amarillento que se distingue por su color del cloruro de plata. Se ha dicho que existia *bromuro de zinc* en los depósitos de calamina de Silesia.

El *ioduro de plata* lo anunció ya en otro tiempo Vauquelin en menas argentíferas, que se decian procedentes de Méjico; pero hace poco le ha encontrado M. Domeyco en masas amarillo-verduscas, formando por sí sólo un criadero abundante en Coquimbo, en Chile.

Se ha indicado la existencia de *ioduros de zinc* y de *mercurio*; del primero en Silesia, y del segundo en Méjico.

Hay *ioduros de sodio* y de *magnesio* en las aguas de los mares y en ciertas aguas minerales, como las de Voghera, Sales y Castel-Novo de Asti, en el Piamonte, que se emplean para la curacion de las enfermedades escrofulosas. Las aguas madres de las salinas de Schoenbeck en Magdebourg, y las de Guaca en Colombia, los contienen igualmente. Todas estas aguas precipitan por el azoato de plata, pero el precipitado es insoluble en el amoniaco, lo cual lo distingue de los cloruros y de los bromuros.

3.º GRUPO DE LOS FLUORIDES.

Cuerpos que dan por la fusion con el ácido fosfórico un vapor que corroe el vidrio del tubo en que se hace la operacion.

Fluorina.—*Fluor, espato fluor, cal fluatada.*

§. 218. *Caractéres.*—Esta sustancia presenta muchas veces colores vivos, cristaliza en el sistema cúbico, y se esfolia en tetraedros ó en octaedros regulares; es rayada por el vidrio y da generalmente una fosforescencia muy marcada cuando se la somete á la accion del calor.

Es fusible al soplete, atacable por los ácidos, y sobre todo por el ácido sulfúrico que la descompone, precipitan-

do la disolucion que resulta, por los oxalatos y no por el amoniaco.

La fluorina, que á menudo se presenta cristalizada, ofrece todas las formas del sistema cúbico, escepto el tetraedro, que no se obtiene sino por medio de la esfoliacion. Tambien se la encuentra á menudo en masa hojosa ó bacilar, algunas veces compacta, y finalmente en el estado térreo. Rara vez incolora, presenta por lo comun colores vivos, como el amarillo, el verde, el rosa y el violado, mas ó menos subidos y reunidos muchas veces en fajas y zonas en un mismo pedazo.

Yacimiento; *uso*.—Esta sustancia, bastante comun, se encuentra generalmente en los criaderos metalíferos, y especialmente en los de menas de plomo; pero forma tambien filones por sí sola, tanto en los terrenos graníticos, como en los depósitos de sedimento inmediatos á ellos.

Las variedades de colores vivos, dispuestos en zonas, en espiral ó mezclados vistosamente, se emplean para hacer vasos, copas y una multitud de objetos de adorno de muy buen efecto, y á menudo de mucho precio: de esta sustancia se componian los *vasos Murrhinos*, tan célebres en la antigüedad. En el dia la mayor parte de estos objetos se fabrican en Inglaterra; en Francia se han empleado algunas veces con el nombre de *prima ó matriz de esmeralda*, variedades verduscas mezcladas por capas espirales con cuarzo, y con incrustaciones que no carecen de belleza.

Con la fluorina es con lo que se prepara el ácido fluorhídrico, que sirve para el grabado en vidrio, del mismo modo que el agua fuerte para el grabado en cobre. Se cubre el vidrio de una capa delgada de cera, se dibujan despues con una punta los objetos que se quiere grabar, y se espone la lámina al vapor del ácido, el cual se desprende de una mezcla de fluorina en polvo y de ácido sulfúrico.

§. 219. Hay *fluoruros de cerio* y de *yttria* que se encuentran en nidos muy pequeños en las pegmatitas de Brodbo y de Finbo en Suecia. Se conoce tambien una sustancia blanca, la *criolita*, esfoliable en prismas rectangulares, que

se funde con mucha facilidad al soplete, y que es un compuesto doble de fluoruro de alumina y de sodio. Se la encuentra en filones en la Groenlandia, en rocas de cristalizacion.

Topacio.

§. 220. Sustancia vítrea, que raya el cuarzo y cristaliza en prismas romboidales, esfoliables perpendicularmente al eje. Es infusible al soplete, y atacable por los ácidos despues de la fusion con la sal de sosa; su disolucion da un precipitado en forma de copos por medio del amoniaco.

El topacio, casi siempre cristalizado, presenta prismas romboidales, enteramente modificados, que se encuentran á veces rodados y quebrados en los rios de diversos paises, ó bien reducidos á guijarros redondeados, que se distinguen de los guijarros de cuarzo en que son susceptibles de esfoliacion. Algunas veces son bastante gruesos los cristales, y cuando estan pegados á las rocas, sucede que se rompen y presentan masas laminosas, que entonces son blanquizcas y mas ó menos opacas. Otros son por el contrario muy pequeños, estan hacinados unos sobre otros, y producen pequeñas masas granugientas.

Lo mas comun es que el topacio sea amarillento, pero se le encuentra tambien cristalino ó bien rojizo y azulado.

Esta sustancia pertenece esencialmente á los terrenos de cristalizacion, cuyas hendiduras tapiza, ó bien se encuentra diseminado en ellos y especialmente en las pegmatitas: existe tambien en algunos montones metalíferos y en particular en los de estaño, y abunda frecuentemente en los terrenos de aluvion, como en el Brasil, donde se halla con otras muchas sustancias.

Es sabido que el topacio se emplea en la joyería; del Brasil es de donde nos vienen en el dia las piedras ya talladas, y no hay mas que escogerlas y disponerlas para los adornos. Se da el nombre de *topacios quemados* á una variedad de color rojizo, que se obtiene las mas veces sometiendo á la accion del calor algunas variedades de color amarillo.

§. 221. Se llama *picnita* á una sustancia petrosa, dispuesta en masas bacilares y procedente de las minas de estaño en Altenberg en Sajonia, que contiene tambien sílice, fluor y alumina, pero en proporciones diferentes de las del topacio. En el dia es dificil conocer esta materia, tanto mas, cuanto que el topacio, aun bien cristalizado, es bastante variable bajo este aspecto, y se ignora completamente qué papel desempeña el fluor en estos compuestos.

HIDROGENIDES, AZÓIDES.

§. 222. El hidrógeno y el azoe son cuerpos que apenas se sabe dónde colocar en la série de los cuerpos simples; pero que, como tienen por una parte alguna analogía con el carbono, y por otra con el azufre y el fósforo, se les coloca entre estas dos sustancias.

Tenemos pocas materias naturales en este grupo; pero las que existen son demasiado importantes para que se las pueda pasar en silencio. En los hidrogénides tenemos el hidrógeno y el agua, y en los azóides, el azoe, el aire atmosférico y algunos azoatos, de los cuales el mas importante es el salitre.

Hidrógeno.

§. 223. Cuerpo gaseoso, incoloro, inodoro, muy ligero, combustible, y que dá agua por medio de la combustion.

El hidrógeno, que es raro en el estado libre, parece desprenderse algunas veces de las grietas que se forman durante los temblores de tierra; y este es quizá el orígen de las llamas que se han visto algunas veces en estas grandes catástrofes. Tambien se desprende á veces en abundancia durante las erupciones volcánicas, y entonces se encuentra casi siempre quemado á consecuencia de la elevacion de la temperatura. Siempre está mezclado con los vapores de nafta y con el hidrógeno carbonado que se desprende de ciertas fuentes llamadas *sabzas*, §. 242.

Agua.

§. 224. *Hielo, ventisqueros, neveras.*—El agua se encuentra en la naturaleza en el estado sólido, en el líquido y en el gaseoso.

En el *estado sólido*, cristaliza en el sistema romboédrico, como se observa recorriendo en invierno las altas montañas. Entonces presenta la doble refraccion atractiva, que como es sabido (§. 95), no se conoce todavía mas que en pocas sustancias. En este estado forma los hielos perpétuos de los polos al nivel mismo de los mares, y en la cima de las montañas las nieves eternas, que empiezan á diferentes alturas segun la latitud, habiéndose observado sobre este punto lo siguiente:

A los 70° de latitud, el límite inferior de las nieves perpetuas está poco mas ó menos á	1050 metros.
A los 60° á	1500
A los 45° á	2550
A los 20° á	4600
Hácia el ecuador, á.	4800

Estas nieves eternas, ó montones de granizo, constituyen lo que se llama ventisqueros, los cuales deben dividirse en dos especies: los que empiezan en los límites indicados y son casi invariables, y los que resultan de las nieves que caen en ciertas épocas en los valles mas bajos, ó de los *aludes* que vienen de los primeros. Estos, que se consolidan por la infiltracion diaria de las aguas procedentes de la licuacion de algunas de sus partes, y que se mueven constantemente en la pendiente del terreno, descienden hasta 1000 metros por debajo de los mares en nuestros climas, en medio de las praderas y tierras de labor de las montañas. Su masa es muy variable, aumentándose unas veces y disminuyéndose otras, segun el grado de calor y la duracion de los veranos; algunas veces se disminuye por espacio de muchos años se-

guidos, aumentándose despues del mismo modo por espacio de algunos otros. Estos ventisqueros accidentales son los que se han visitado mas á menudo y los que presentan las circunstancias mas notables. La nieve aglutinada forma en ellos depósitos, cuya profundidad es algunas veces de 800 á 900 metros, y que estan atravesados irregularmente por hondas hendiduras y por pozos, donde vierten sus aguas riachuelos procedentes de la licuacion diaria de la superficie. Témpanos tallados en pirámides agudas, en especies de crestas horadadas, próximas á desplomarse, erizan por todas partes su superficie, detienen á cada paso al viajero atraido por la curiosidad, y forman los espectáculos mas grandes y mas espantosos de la naturaleza. Algunas veces se han comparado estos ventisqueros á un mar agitado por la mas violenta tempestad, que de repente se hubiera congelado, en el momento en que sus espumosas olas parecian amenazar la tierra con una ruina universal. Sin embargo, algunas veces está mas plana la superficie, y se puede viajar por ella con toda seguridad.

En medio de los Alpes es donde principalmente pueden verse los ventisqueros en nuestros climas, ya alrededor de Mont-Blanc, donde se nota particularmente el vestisquero *des Bois*, ó *mar de hielo*, que tiene cinco leguas de largo por una de ancho; ó ya en San Gotardo, donde se encuentra el ventisquero del Ródano, que es uno de los mas notables, y del cual sale ya el rio con mucha fuerza, brotando de una bóveda inmensa de hielo.

Se encuentra tambien hielo en ciertas cavernas, que por esta razon se llaman *neveras naturales*, y en las que es producido por la evaporacion rápida, ocasionada por las corrientes de aire que agitan las aguas que se rezuman en estas cavidades, solidificando por consiguiente una parte de ellas. Estas neveras naturales se encuentran en las montañas del Jura, y principalmente cerca de la abadía de Grace-Dieu, á seis leguas al este de Besanzon.

§. 225. *Agua líquida, pozos absorbentes y artesianos.*—Ademas de los mares que rodean nuestros continentes, de los

lagos que existen en todas partes y hasta en la cima de las montañas, y de los arroyos y rios que surcan la superficie de la tierra, el agua se encuentra en depósitos mas ó menos considerables en el interior mismo del globo y forma rios subterráneos cuya corriente es algunas veces muy rápida. No solo se ven salir algunas veces las aguas del seno mismo de las rocas, como en el manantial del Loiret, en el de l'Orbe, en la llamada fuente de Vaucluse, en la fuente de Nimes, etc., lo que supone corrientes interiores mas ó menos abundantes; sino que por los sondeos que se han hecho, en tantos lugares diferentes, para los pozos artesianos, se han descubierto á diversas profundidades, corrientes rápidas, que han suscitado la idea de conducir al agujero de la sonda las aguas esteriores para estraerlas, y de aquí el orígen de los *pozos absorbentes*, que en algunos paises no son menos preciosos que los mismos pozos artesianos.

Se llaman *pozos artesianos*, porque hace mucho tiempo que se usan en Artois, unos agujeros verticales por cuyo medio suben en ciertos lugares hasta la superficie, y aun algunas veces saltan á diversas alturas, las aguas situadas profundamente.

La condicion esencial para hacer un pozo artesiano es la existencia de una capa arenosa bastante alta por todas partes, que quede descubierta á una distancia bastante grande, y que esté comprendida entre dos capas impermeables, de las que se perfora la superior. Es claro que esta capa, presentándose en la superficie del terreno, en *á* y *b* por ejemplo, fig. 419, absorberá continuamente las aguas pluviales en todo su contorno, que algunas veces es muy grande, y se llenará por consiguiente entre las dos capas impermeables hasta cierto nivel, *c d*; ahora bien, si se atraviesan entonces todos los depósitos que cubren la capa aquífera, saltará el agua por el agujero y se elevará al esterior hasta el nivel á que llegue en esta especie de vasija natural. La corriente continuará á la misma altura, si hay suficiente absorcion en la circunferencia esterior de la capa, y mejor todavía, si por algunos puntos *á b*, etc., de su nivel

pasa algun rio, que pueda suministrar constantemente agua. Así es como el Creuse y el Vienne suministran probablemente aguas á los pozos artesianos de Tours, y como el Yonne, el Armanson, el Haute-Seine, el Aube, el Haute-Marne y sus afluentes, el Aisne, etc., corriendo por las areniscas verdes que rodean á París, suministran tambien aguas á los pozos de Grenelle en esta ciudad.

Es claro que lo que en estos puntos sucede artificialmente puede verificarse en la naturaleza por medio de hendiduras, ya en el terreno que cubre la capa aquífera ó ya en el que la sustenta, como de *f* á *d fig.* 419, por ejemplo; y hé aquí como se esplica el manantial de Loiret, las fuentes de Vaucluse, de Nimes, etc., y los pozos pasageros que desaguan en ciertos tiempos en el Jura, circunstancias todas que pueden estar relacionadas con la desaparicion de las aguas pluviales y de los arroyos en los arenales de ciertos paises.

Los pozos artesianos traen á la superficie de la tierra aguas, que de otro modo se perderian completamente para diversas localidades, y que nos ofrecen entonces grandes recursos. Se ha propuesto aumentar así las aguas de ciertos arroyos, lo cual seria muchas veces de una ventaja inmensa; y aun se ha creido que podrian cultivarse ciertos parages de los desiertos de Egipto, llevando por este medio aguas á la superficie del terreno.

§. 226. *Manantiales comunes y termales.*—Los manantiales comunes resultan en general de la filtracion de las aguas pluviales á través del terreno hasta una profundidad poco considerable, donde son detenidas por capas impermeables, como *a b fig.* 420, por las que se deslizan hasta salir al esterior. Estos manantiales dan por lo general aguas bastante puras, ó que no contienen sino materias propias del terreno que han atravesado, y comunmente tienen la temperatura media del pais. Pero hay otros manantiales que presentan caractéres diferentes, y cuyas aguas estan cargadas de materias estrañas á los terrenos de donde nacen, ó tienen una temperatura mas ó menos elevada: tales son las que se designan con el nombre de *manantiales mi-*

nerales y *manantiales termales*. Estos últimos han llamado en todos tiempos la atencion, y se ha tratado muchas veces de esplicarlos, ya por la descomposicion de las piritas ó ya por la proximidad de los volcanes. En el dia, el aumento de temperatura que se ha descubierto á medida que se desciende al interior de la tierra, que es cerca de un grado por cada 30 metros por debajo del punto de temperatura media, hace naturalmente concluir, que el calor de las aguas termales consiste en que nacen, como las de los pozos artesianos, de una profundidad mas ó menos considerable, que hasta puede calcularse en cada localidad (1).

Fácilmente se concibe que á estas profundidades, y á una temperatura conveniente, pueden obrar las aguas en las rocas y estraer de ellas ciertas sales, por las que se distinguen de las aguas de manantiales producidos por filtraciones superficiales.

Las aguas minerales varian mucho por la naturaleza de los principios que contienen, y se presentan en muchas localidades, donde son mas ó menos célebres bajo el aspecto médico. Las aguas calientes son tambien bastante comunes; pero las que tienen la temperatura de la ebullicion son bastante raras, tanto que en Francia no se conocen mas que las de Chaudes-Aigues y las de Vic, en el Cantal, que se hallen en este caso; y aun en todo el globo hay muy pocas localidades que las presenten.

§. 227. *Agua en estado de vapor.*—El aire atmosférico está siempre mezclado con vapor de agua, que unas veces es invisible y otras se condensa en gotitas ténues, que se interponen en el aire y constituyen entonces las nieblas y las nubes. Tambien se verifican por las hendiduras de las rocas, tanto en los volcanes y en las solfataras, como á través de ciertos terrenos calizos, erupciones de vapor á 100°,

(1) En medio de la llanura de París no se ha necesitado atravesar mas que 548 metros, para obtener un pozo artesiano, cuya agua está siempre á la temperatura de 27°.

que se elevan en columnas blancas, á veces muy altas, produciendo en algunos casos un ruido muy fuerte, como si saliesen de una caldera de vapor. Esto es lo que constituye el fenómeno de las *fumarollas*, que en ninguna parte es mas intenso que en Toscana, á través de las colinas calizas de Monte-Cerboli, Castel-Nuovo y Monte-Rotondo.

§. 228. *Agua combinada.*—El agua se encuentra en el estado de combinacion en muchos cuerpos naturales, que por esta razon se llaman *hidratados*. La limonita y el gipso presentan ejemplos importantes entre los cuerpos que hemos estudiado, y son probablemente los que ofrecen mayor cantidad de agua en combinacion en la superficie del globo.

Azoe y azoatos.

§. 229. El azoe es un cuerpo gaseoso, incoloro, inodoro, que no alimenta ni la combustion ni la vida, incombustible é insoluble en el agua. Se desprende algunas veces de las hendiduras de la tierra, durante los fenómenos volcánicos, y las sacudidas de los temblores de tierra, y á esto es á lo que se atribuye la asfixia de los animales, que se verifica algunas veces en estas grandes convulsiones de la naturaleza.

La mezcla del azoe con el oxígeno en la proporcion de 78 á 22 constituye el aire atmosférico. Por medio de la combinacion de estos dos gases, en la proporcion de 26 á 74, se forma el ácido azóico, que se halla combinado naturalmente con la potasa, la sosa, la cal y la magnesia.

El *azoato de potasa ó salitre*, susceptible de cristalizar en prismas romboidales, se encuentra en estado de eflorescencia en muchos puntos, y especialmente en medio de las grandes llanuras de nuestros continentes, como en Hungría en Ukrania y la Podolia, en las llanuras del mar Caspio, en Persia, en Arabia, en los desiertos del Egipto, y tambien en diversas cavernas de los terrenos calizos y de los depósitos feldspáticos. Casi en todas partes parece resultar de una formacion diaria, pero es difícil determinar la causa

de esta. En las paredes de las caballerizas y alrededor de las habitaciones se encuentra su origen en la descomposicion de las materias animales que suministran el azoe; pero en las cavernas naturales, en las llanuras arenosas y en los desiertos, no es suficiente esta esplicacion, y es preciso buscar el azoe en el aire mismo. Unicamente se sabe, que para esta formacion es indispensable el contacto del aire con materias porosas calicíferas y el concurso de la humedad.

El salitre se recoge donde quiera que se encuentra á mano, y se emplea la mayor parte para la fabricacion de la pólvora. Muchas veces se le fabrica con el yeso viejo de las caballerizas y de las cuevas, que suelen contener mucho azoato de cal, descomponiendo dicha sustancia por medio del carbonato de potasa; pero la sal que se obtiene por este medio es mucho mas cara que la que podriamos proporcionarnos en el comercio, esportándola de los paises en que se encuentra formada naturalmente.

El *azoato de sosa*, llamado tambien *nitro cúbico*, porque cristaliza en romboedros que en un principio se creyeron cubos, se encuentra en la naturaleza en capas de dos ó tres pies de grueso, presentando la estructura granugienta, en las inmediaciones de la bahía de Iquique en el Perú, y en una estension de mas de cuarenta leguas en los distritos de Tarapaca y de Atakama: algunas veces se presenta al descubierto ó solamente tapado por una capa de arcilla ó de arena. Se le esplota en gran cantidad, y sirve en el dia para la preparacion del ácido azóico, y como intermedio para la fabricacion del ácido sulfúrico; presenta muchos inconvenientes para la fabricacion de la pólvora porque es algo mas delicuescente que el azoato de potasa.

GRUPO DE LOS CARBONIDES.

Cuerpos sólidos, líquidos ó gaseosos, de los que unos son combustibles, y dan entonces ácido carbónico; otros son atacables por los ácidos, y exhalan con efervescencia gas ácido carbónico, y final-

mente, otro se halla en el estado mismo de ácido carbónico gaseoso, ó disuelto en el agua.

§. 230. Los cuerpos comprendidos en este grupo son el carbono, un gran número de combinaciones mal definidas de este principio con el hidrógeno y el oxígeno, algunos carburos, y finalmente, el ácido carbónico libre y algunos carbonatos.

No encontramos el carbono puro mas que en el diamante y en el grafito, los cuales no se diferencian sino por el modo como se agregan sus moléculas, y son las únicas especies carbonosas definidas. Las combinaciones de carbono con el hidrógeno y el oxígeno constituyen las materias que vulgarmente se designan con el nombre de *carbon de piedra* y las que se llaman *betun*. Estas materias provienen de una acumulacion de restos vegetales, que han esperimentado diversas modificaciones, en virtud de las cuales se han formado combinaciones particulares de sus elementos (1). Dichas materias no pueden de ningun modo, al menos en la actualidad, formar especies mineralógicas distintas; pero atendida su importancia en las artes, debemos describirlas despues del diamante, con los nombres con que habitualmente se las ha conocido.

Los pocos carburos que conocemos en el reino mineral son carburos de hidrógeno; uno de ellos es muy importante de conocer por su utilidad, y los demas parecen darnos la llave para clasificar las materias betuminosas y los carbones de piedra.

Los carbonatos nos presentan analogías importantes de observar; uno de ellos merece toda nuestra atencion á causa

---

(1) Resulta de diversos esperimentos, que hemos empezado á hacer y que las circunstancias no nos han permitido acabar, que los vegetales espuestos á temperaturas comprendidas entre 100 y 200 grados, y sometidos á una presion suficiente, se convierten en materias análogas á la lignita, á la ulla, y al betun.

de su abundancia en los terrenos de sedimento, y otro como mena de hierro rica y fácil de tratar.

CARBONO, COMBUSTIBLES CARBONOSOS Y CARBUROS.

Diamante.

§. 231. *Caractéres.*—Cuerpo vítreo, dotado de un brillo particular; muy duro, que raya todos los cuerpos sin ser rayado por ninguno, y que se presenta siempre en cristales cuyas caras son las mas veces redondeadas; sus esfoliaciones son fáciles paralelamente á las caras del octaedro regular, y comunican mucha fragilidad á la materia; su peso específico es 3,52. Este cuerpo se deslustra fácilmente al fuego de oxidacion, y se funde al fuego tan bien como todas las materias carbonosas, cuando está reducido á polvo y mezclado con salitre.

Es raro que el diamante sea perfectamente cristalino, pues las mas veces está manchado por matices amarillentos ó parduscos. Tambien es raro que presente colores vivos y bien marcados. Hay diamantes negros y completamente opacos, que sin embargo tienen un brillo estraordinario despues de pulimentados.

Yacimiento ó situacion.—El diamante se ha encontrado en el Brasil diseminado en las rocas micáceas llamadas itacolumita, §. 149, asi como tambien en las areniscas superiores que pasan allí por todos los matices, y en las cuales se le ha esplotado durante algun tiempo. Sin embargo, desde qué se descubrió aquel pais, se le ha recogido en los aluviones formados á espensas de dichos depósitos, donde se encuentran al mismo tiempo el oro y la platina, con restos de hierro oligisto y magnético, de circon y de otros muchos silicatos, en cristales rodados que provienen de la itacolumita. En Borneo se ha descubierto esta sustancia en restos de serpentina, donde se encuentra tambien oro y platina. En la India se le encuentra en una especie de are-

niscas, y en Siberia parece provenir de las dolomias carboníferas.

El diamante se encuentra siempre diseminado en corta cantidad en estos depósitos, y casi constantemente está envuelto en una capa térrea, que se adhiere á él con mas ó menos fuerza é impide conocerle antes de haberle lavado; asi es que se procede á su investigacion por medio de una buena lavadura, capaz de despojarle de las partes térreas; se quitan las piedras groseras y despues se le busca en el resíduo.

El diamante no se conoce mas que en un corto número de localidades. En las Indias, en el Dekan, y particularmente en los valles del Pannar y de la Krichna es donde se le descubrió primero. Existe tambien en la Isla de Borneo; se le ha encontrado en el Brasil á principios del siglo XVIII, y el año de 1829 en Siberia.

Cantidad y valor.—La cantidad de diamantes suministrada anualmente al comercio por el Brasil, que desde el descubrimiento de este pais ha sido casi el único que ha tenido semejante privilegio, no asciende á mas de 6 ó 7 kilógramos, que han costado mas de un millon de gastos de esplotacion; así es que el diamante es siempre muy caro, aun en el estado bruto. Los diamantes defectuosos, que conocidamente no pueden tallarse, se venden ya por término medio á razon de 156 fr. el gramo (1) (45 veces el valor del oro) ya para hacer el polvo de diamante, que sirve para tallar y pulir los demas, ya para guarnecer las herramientas con que se graban las piedras finas, ó ya para cortar el vidrio. Los diamantes muy pequeños, susceptibles de ser tallados, valen hasta 230 fr. el gramo; pero apenas pesa cada uno 50 milígramos, cuando ya se aumenta considerablemente su precio, siendo tanto mas rápido este aumento cuanto mayor es el peso; un diamante en bruto de 1/2 gramo vale 260 á 280 fr., y pesando un gramo vale mas de 1,000 fr.

---

(1) Hace mucho tiempo que se acostumbra, en la venta del diamante, á tomar por unidad un peso que se llama *quilate* y que equivale á 212 milígramos.

Fácilmente se concibe, que el diamante tallado es mucho mas caro, porque ha costado tiempo y ha perdido algo de su peso, dejando ver además muchos defectos que hacen que se deseche un gran número de ellos. Un diamante tallado de un gramo, que es ya una hermosa piedra, y del diámetro de unas 4 líneas, vale casi 3,500 francos.

Cuanto mas voluminosos son los diamantes, tanto mas raros son y tanto mas sube proporcionalmente su precio. Solo se conocen algunos cuyo peso esceda de 20 gramos. Los diamantes mas graesos conocidos son:

El de Agrah que pesa cerca de.	133 gramos.
El del radjah de Mattan en Borneo.	78
El del antiguo emperador del Mogol. . . .	63
El del emperador de Rusia.	41
El del emperador de Austria.	29,53
El del rey de Francia, que se llama el *Regente*.	28,89

Los cinco primeros son de mala forma. El último es perfecto bajo todos aspectos; antes de tallarse pesaba 87 gramos; ha costado dos años de trabajo; fue comprado en un principio en 2,250,000 francos y se estima su valor en mas del doble.

Estos magníficos diamantes vienen de la India ó de Borneo. El mas grueso que se ha encontrado en el Brasil y que conserva la forma natural octaedra, pesa 25 gr., 52, segun las valuaciones mayores, y pertenece al Portugal.

En la India se talla el diamante de modo que conserve todo su volúmen. En Europa se hace perder mucho volúmen á la piedra, para quitarla un defecto y darla una forma bella. Las formas admitidas son la *rosa*, *fig.* 421, para las piedras de poco espesor que no se quieren disminuir mucho, y el *brillante*, *fig.* 422 y 423, para las piedras gruesas, las cuales se montan enteramente al aire.

Nadie ignora cuán buscado es el diamante para la joyería, tanto por su rareza como por su brillo y los visos que pro-

duce, especialmente cuando se le espone á la llama de una bugía. Esta última propiedad se imita con vidrios cargados de óxido de plomo y que se designan con el nombre de *strass*; hay algunos de ellos tan perfectos, que el naturalista mas hábil puede engañarse, si los examina solo con la simple vista y sin recurrir al tacto. Por lo general se buscan los diamantes cristalinos, pues el menor paño disminuye su valor, y solo presentando colores vivos, especialmente el rosa, el azul y el verde, es como recobra su valor ordinario y aun algo mas á causa de la rareza.

Grafito.—*Plombagina*.

§. 232. Materia de color gris de plomo ó gris de hierro, dotada del brillo metálico, suave al tacto y que mancha los dedos; es rayada por todos los cuerpos cuando está pura, se funde con el salitre, se quema muy dificilmente al fuego de oxidacion del soplete, no da ninguna materia volátil por medio de la destilacion, ni presenta ningun vestigio de hidrógeno en su composicion; su peso específico es 2,45.

El grafito se encuentra ó en los terrenos de cristalizacion ó en los depósitos de sedimento inmediatos. Algunas veces está diseminado en los primeros en forma de pequeños nidos ó en lamínitas, pero forma tambien en unos y otros montones y filones. Muchas veces está mezclado con los esquistos arcillosos, á los que comunica un color negro, un brillo metaloideo y la propiedad de manchar.

Existe en muchos puntos, pero el mejor lecho conocido, tanto por la estension del depósito, como por la pureza, homogeneidad y compacidad de la materia, es el de Borrodale en Cumberland. Despues de este deben colocarse los criaderos de Passau en Baviera, donde frecuentemente es muy puro el grafito, pero de una testura floja y grosera.

El grafito se emplea principalmente para la fabricacion de los lápices llamados de mina de plomo. Las hermosas variedades de Inglaterra, por su compacidad y la mútua adhesion de las partículas, son hasta ahora las únicas que

pueden servir para los lápices finos, y no hay mas que dividirlas en varitas que se engastan en madera. Pero estos lápices simples son raros y siempre muy caros; todos los demas se componen con grafito reducido á polvo y mezclado con materias propias para la aglutinacion, y salen tambien muy buenos con tal que se emplee grafito bien puro. Los lápices mas comunes contienen materias estrañas y muchas veces sulfuro de antimonio. Despues de los lápices ingleses fabricados con la mina pura, los mejores son los de Passau, algunos de los cuales se hacen del mismo modo, pero carecen á menudo de tenacidad.

Se usa tambien el grafito para disminuir el roce de las máquinas de madera; con él se unta tambien el hierro para impedir que se enmohezca, y se hacen crisoles, llamados *de mina de plomo*, que son muy refractarios.

Antracita.—*Ulla brillante.*

§. 233. Es una materia negra, las mas veces brillante, y seca al tacto; se quema con dificultad al soplete, sin producir llama ni humo, y cubriéndose de una capa delgada de ceniza blanca; su peso específico es 1,4.

No da casi nada por medio de la destilacion, y los fragmentos no esperimentan alteracion alguna. Por medio de la calcinacion al aire libre, se pone friable, sin mudar de forma, y pierde entonces de 5 á 10 por 100 de materia volátil. En su composicion no entran mas que 2 ó 3 partes de hidrógeno y otro tanto de oxígeno. Las cenizas son algunas veces casi nulas, y nunca llegan á mas de 5 á 6 por 100.

La antracita, unas veces compacta, otras hojosa y algunas granugienta, se presenta en masas y en capas en los terrenos de sedimento, pero especialmente en los que estan próximos á terrenos de cristalizacion ó encajados en medio de ellos, y pertenece principalmente á los terrenos devonianos, §. 169 *nota*; si bien se encuentra tambien en medio de los Alpes, en terrenos mucho mas modernos. Los depósitos se componen de lechos alternativos de materias arenis-

cas ó esquistosas y de combustibles. Los esquistos contienen restos vegetales, por lo comun poco caracterizados, que pertenecen á la familia de los helechos y á la de las equisetáceas.

Los criaderos mas considerables que hay en Francia son los de las márgenes del Loira, entre Angers y Nantes, los cuales se prolongan hasta l'Ille-et-Vilaine, y vuelven á encontrarse en la Mayenne y en la Sarthe. En las montañas de Tarare, hay tambien algunos, que podrian ser muy útiles en esta posicion.

La materia carbonosa de que hablamos puede emplearse como combustible, y produce un calor muy intenso; pero muchas veces es dificil de encender, y exige para la combustion hornos por donde pueda pasar una gran cantidad de aire. Se ha usado con buen éxito en las fundiciones, y es de mucha utilidad en todas las operaciones que exigen una temperatura elevada; pero no puede servir mas que para trabajos en grande, porque no arde sino cuando está en gran cantidad y no puede encendérsela cuando es poca, y aun si se saca un pedazo del brasero mas encendido, se apaga al instante.

Suele tener la antracita un inconveniente y es el de quebrarse en pedacitos, que acumulándose unos sobre otros, interceptan demasiado el paso del aire; en cuyo caso no se puede ya hacer que arda, y es preciso escombrar el horno.

Ulla.—*Carbon de piedra, carbon de tierra.*

§. 234. *Caractéres.* Sustancia negra, mas ó menos brillante, que se enciende y arde facilmente al soplete, y da llama, humo negro y olor betuminoso.

Por medio de la destilacion da materias betuminosas, agua, gases, y con frecuencia amoniaco, y deja por resíduo un carbon poroso, las mas veces brillante, cuyos fragmentos suelen estar soldados unos con otros, y tomar mas ó menos perfectamente la forma de la vasija.

Por medio de la calcinacion al aire libre durante algu-

nos minutos, se desprenden de la ulla de 20 á 40 por 100 de materias volátiles.

Estos combustibles estan compuestos de carbono, de hidrógeno y de oxígeno, en proporciones bastante variables, con una corta cantidad de azoe. Las variedades puras de mezclas térreas no dan mas de 2 á 4 por 100 de cenizas.

Las ullas tienen propiedades muy diferentes, segun las cantidades relativas de hidrógeno y oxígeno que contienen; esta circunstancia caracteriza muy bien las diversas variedades que la industria ha distinguido hace mucho tiempo, á saber:

La *ulla fuerte* ó de *hornos muy caldeados*, que contiene casi 5 por 100 de hidrógeno y algo menos de oxígeno, que pierde de 20 á 25 por 100 de materias volátiles por una calcinacion de algunos minutos al aire libre (1), y que dá un carbon duro, mas bien poroso que hueco, y de un brillo metaloideo. Esta variedad es escelente para los trabajos que exigen un fuego vivo y sostenido.

La *ulla* llamada *mariscala*, cuyos fragmentos se aglutinan fuertemente y se funden juntos por medio de la combustion: contiene tambien casi 5 de hidrógeno, pero algo mas de oxígeno. Pierde de 25 á 30 por 100 por medio de la calcinacion, y deja por resíduo un carbon muy hueco.

La *ulla de los fogones*, *de larga llama*, en que el aumento del hidrógeno es poco: contiene ya de 7 á 9 por 100 de oxígeno; pierde lo menos 40 por 100 en la calcinacion, y da por resíduo un carbon poroso, cuyos fragmentos, aunque bien soldados, son distintos unos de otros. Es muy útil para los usos domésticos, para la fabricacion del gas, y para el tostado ó caldeo en las operaciones que exigen un buen fuego.

(1) M. Regnault (*Annales des Mines*, 1837), de quien tomamos los datos de composicion, calcina la materia reducida á pequeños fragmentos por espacio de 7 á 8 minutos en un crisol de platina. Este es un escelente ensayo práctico para juzgar de la calidad de la ulla.

La *ulla seca de larga llama*, en que el oxígeno se aumenta tambien hasta 16 y 18 por 100, y el carbono se disminuye en proporcion: pierde lo menos 40 por 100 de materias volátiles en la calcinacion, y dá un carbon poroso cuyos fragmentos quedan casi aislados. Estas ullas, que dan menos calor, son buenas para las calderas de evaporacion.

Si es cierto que conocemos bien las cantidades relativas de carbono, de hidrógeno y de oxígeno en un gran número de ullas, no lo es menos que ignoramos todavía cómo se han reunido estos elementos para formar sus principios inmediatos. Es probable que haya en ellas mezcla de diversos compuestos formados á la manera de las sustancias orgánicas, de los cuales unos sean simples carburos de hidrógeno tal vez de diversas especies, y otros carburos oxigenados. Solo cuando puedan separarse estas diversas materias, se conocerán realmente los diversos combustibles carbonosos.

Yacimiento ó lecho.—La ulla pertenece á los terrenos de sedimento, y principalmente á esa parte que por su existencia se llama grupo carbonífero, §. 160, *nota*, que se compone de lechos alternativos de gres, de arcilla esquistosa y de calizo. El combustible forma en el gres capas mas ó menos considerables y á menudo sobrepuestas á las de las materias arenáceas, de las que comunmente se hallan muchas unas encima de otras, y aun hay parages en que se cuentan mas de sesenta, asi sobrepuestas. Los mismos gres que las separan suelen estar llenos de materias carbonosas, especialmente en las inmediaciones de las capas; y pasan á materias finas, esquistosas, que se llaman *esquistos carbonosos* y *esquistos betuminosos*, de los que se emplean tambien algunas variedades para combustible, produciendo entonces una gran cantidad de cenizas. El espesor de las capas de la ulla varia considerablemente desde algunos centímetros hasta uno ó dos, y algunas veces hasta seis ó siete metros; pero estas últimas no son mas que reuniones de capas delgadas, separadas por lechos de materias estrañas muy cargadas de carbon.

Sin embargo, hay tambien verdaderas ullas en los depósitos superiores y hasta el fin de los terrenos jurásicos; pero entonces son casi siempre ullas secas, y que no forman ni con mucho depósitos tan considerables como en el terreno carbonífero.

Los restos ó despojos orgánicos son numerosos, y por lo general bien caracterizados, en los depósitos de ullas, y se encuentran particularmente en las materias esquistosas. Unas veces consisten en impresiones de hojas, y otras en tallos de diversas especies, por lo comun aplastados. La mayor parte de estos despojos pertenecen á la familia de los helechos y á las especies de talla elevada, como las que se conocen en el Ecuador; pero hay tambien muchos de la familia de las equisetáceas, y aun de las licopodeas y de las aroideas, todas muy altas. Las coníferas, de las que hay diversas especies que se asemejan á las araucaria, parecen, segun la consistencia de su madera, haber tenido una gran parte en la formacion de las materias carbonosas. En los depósitos superiores á la formacion carbonífera, donde las especies de helechos son por lo general diferentes, se encuentran ademas despojos de cicadeas, que han hecho se dé al combustible el nombre de *estipita*; pero en el dia se ha proscrito este nombre, porque no presenta la materia caractéres bastante marcados para distinguirla de la ulla.

Las capas de ulla no siempre son, al menos en la formacion carbonífera, planas en toda su estension; frecuentemente tienen *la forma de barquillo*, es decir, que partiendo del punto mas bajo se elevan mas ó menos por todas partes, siguiendo las pendientes de las montañas inmediatas. Muchas veces estan plegadas sobre sí mismas, formando ciertos ángulos mas ó menos abiertos. En muchos casos sucede que las capas mejor arregladas se encuentran revueltas de repente; combustibles y materias térreas todo se encuentra desmenuzado, y los fragmentos mezclados y confundidos, en términos que es imposible toda especie de esplotacion.

Los criaderos de ullas de esta gran formacion se encuentran indistintamente en todas las alturas; se dice haber encontrado algunos á 4,600 metros, al paso que otros se hallan al nivel de los mares, como en Flandes, y aun mas bajos todavía, como en Withaven en Inglaterra, donde la esplotacion llega á mas de un cuarto de legua por debajo del mar, y á mas de 100 metros debajo de su fondo en esta localidad. Muchas veces se presentan en pequeños hoyos ó foveas particulares, aislados unos de otros, y reunidos en gran número en una zona de cierta estension, como se ve en el centro y en el mediodia de la Francia. Los diferentes criaderos que se observan en otros puntos parecen asemejarse mas directamente entre sí y haber formado parte de un mismo todo, dividido en pedazos y dislocado de diversas maneras. Tales son las ulleras del norte de la Francia, de la Bélgica y de la Inglaterra, que parecen pertenecer á un solo é idéntico depósito, que hubiese cubierto un espacio inmenso.

En las partes superiores de los terrenos de sedimento no presentan tanta irregularidad las capas de ulla seca: ni se encuentran en hoyos aislados ni en depósitos inmensos: entonces forman capas, ó mas bien montones, mas ó menos estensos y regulares entre dos capas sucesivas del terreno.

Localidades principales.—La ulla abunda en muchos lugares, y probablemente se la encontrará en todos los paises donde el terreno pertenezca á los depósitos de sedimento inferior, á medida que se desarrolle la industria en ellos. Solo estan privados para siempre de esta materia los paises formados por los terrenos de cristalizacion, ó por depósitos de sedimento demasiado modernos; bajo este punto de vista se halla en una posicion muy desventajosa una gran parte del norte de la Europa, la Suecia, la Noruega, la Rusia, etc., y lo mismo decimos de la Italia.

El centro de la Alemania presenta bastante cantidad de ulla, esplotada con actividad. La Inglaterra abunda mucho en esta materia, y en Francia hay criaderos considerables de ella. Los depósitos del departamento del Norte se apro-

ximan á los de la Bélgica, y se manifiestan desde el Pas-de-Calais hasta Aix-la-Chapelle; vienen despues los terrenos ulleros de los ducados de Luxemburgo y de Deux-Ponts, que se prolongan quizá hasta el Moselle, y los del Alto-Rhin, que son poco considerables.

Se encuentra una cantidad prodigiosa de depósitos de ullas alrededor del grupo granítico que se eleva en el centro de la Francia; en el departamento de Saona y Loira, donde se esplotan en Creusot; en la Nievre, donde hay esplotaciones en Decize; en el Allier, á lo largo del valle de la Queune, donde se hallan las minas de Noyant, de Fins, etc., y en el Puy-de-Dôme. Los depósitos se prolongan por Roanne, Montbrison, Saint-Etienne, Rive-de-Gier, el departamento del Loira y del Ródano, y despues el Ardèche, el Gard, el Herault y el Aude, hasta el pie de los Pirineos. Despues se encuentra la ulla, algunas veces en gran cantidad, en el Tarn, el Aveyron, el Lot, la Dordogne, y finalmente en el Cantal. Tambien la encontramos en los departamentos de la Vendée, del Finisterre y de la Mancha, y hay algunos depósitos en el departamento del Var.

Usos.—La ulla es una de las materias minerales mas preciosas, y la industria le es deudora de la mayor parte de sus progresos en estos últimos tiempos. En efecto, á este combustible es al que se debe la propagacion de las máquinas de vapor, que suplen á las corrientes de agua de que carecen tantos paises. Las fundiciones, las fábricas de toda especie hacen un consumo prodigioso de ella en los puntos inmediatos á los parages de donde se estrae, y en todos aquellos donde puede encontrarse á poca costa. En Francia se estrae anualmente por valor de treinta millones de francos.

Tambien se aumenta el número de las aplicaciones de la ulla carbonizándola, esto es, privándola por medio de una destilacion mas ó menos perfecta, del betun que contiene de lo cual resulta el carbon poroso, brillante y duro, llamado *coke*, que produce mucho calor cuando se le quema, y que es muy importante en un gran número de operaciones.

La materia betuminosa que de ella se estrae, se emplea para diversos usos, y es muy útil en la marina.

Por la destilacion de la ulla se obtiene tambien el gas de el alumbrado, que se desprende formado enteramente, pero que es necesario purificar antes de emplearle para el consumo. Para esto se le hace pasar por agua de cal ó por materias empapadas de ella.

§. 235. *Inflamacion de las ulleras.*—Los depósitos de ulla estan espuestos, en el seno mismo de la tierra, á inflamarse espontáneamente, y entonces se verifica por lo comun una combustion lenta de la materia, porque el aire llega dificilmente á estas masas; pero algunas veces se hacen tambien hendiduras en el terreno, y penetrando el aire libremente, resulta una inflamacion muy intensa, que suele ser muy dificil contener, ya tapando las aberturas, ó ya conduciendo aguas para apagar el incendio. El calor que se desprende en estas combustiones calcina todas las materias inmediatas, reduce las partes esquistosas á *trípoli*, ó bien á materias medio vitrificadas que se llaman *porcelanitas*, y aun algunas veces á *materias escoriáceas*. Tambien se forman frecuentemente *materias alumbríferas*, y en algunos puntos se desprende sal amoniaco de las hendiduras del terreno, á veces en cantidad suficiente para que merezca esplotarse.

Las lignitas, de que vamos á hablar, estan espuestas á los mismos incendios y producen los mismos efectos.

Lignita.—*Ulla delgada, madera ó leña betuminosa.*

§. 236. *Caractéres.*—Materia negra ó morena, generalmente menos brillante que la ulla, que se enciende y quema fácilmente con llama, humo negro y olor betuminoso; que da por medio de la destilacion materias betuminosas y agua; que contiene muchas veces ácido acético, y que deja un carbon brillante y compacto que conserva visiblemente la forma de los fragmentos empleados.

Por medio de la calcinacion al aire libre, se desprenden de 50 á 70 por 100 de materias volátiles, quedando un

carbon bastante parecido al cisco, y que conserva la forma de los pedazos, y continua ardiendo sólo, hasta reducirse á cenizas.

La cantidad de hidrógeno es tambien de 5 á 6 en estos combustibles, pero el oxígeno asciende de 18 á 27.

Con las ullas secas de larga llama es con las que tienen mas analogía las lignitas, pero como escasean mas en carbono, producen menos calor. Hay tambien variedades que tienen mucho mas hidrógeno, y entonces se disminuye á proporcion el oxígeno, y la materia se aproxima á los betunes. En este caso se funden fácilmente, y no dejan mas que un carbon hueco muy ligero, y que no produce calor.

La lignita se presenta algunas veces bajo la forma de ramas de árbol, que ofrecen en su interior el tejido leñoso de las plantas dicotiledones; pero las grandes masas son compactas ó esquistoideas sin ninguna apariencia de tejido orgánico; y entonces tiene la materia cierta analogía esterior con la ulla, de la que sin embargo se diferencia por su menor brillo.

Yacimiento ó lecho.—Los despojos orgánicos vegetales que se encuentran en los depósitos de lignitas son en un todo diferentes de los de la ulla; las criptogamas vasculares han desaparecido aquí completamente, y la madera ó leña de las coniferas es la que compone únicamente la masa del combustible, en la cual se encuentran muchas veces maderas perfectamente conservadas; las impresiones de hojas que son frecuentes en las arcillas esquistosas tienen todas cierto aire de familia con las de nuestras dicotiledones actuales. En las materias térreas inmediatas se encuentran restos de conchas análogas á las que viven en nuestras aguas dulces.

Estos combustibles empiezan á presentarse en las capas térreas y arenosas que son un preludio de la greda, §. 160, nota. Pero encima es donde abundan principalmente y forman depósitos considerables en diversos estratos de la série y en todos los paises de la tierra. Existen en Francia muchos, que se esplotan en diversos lugares. En las

inmediaciones de París se encuentran algunos indicios de ellos; pero hay depósitos estensos en diversos puntos del departamento del Aisne, en Voreppe en el Isère, en Saint-Paulet en el Ardèche, en Piolen en Vaucluse, en Gardanne y Roquevaire en las bocas del Ródano, en Sisteron y Forcalquier en los bajos Alpes, etc.

Usos.—Este combustible es tambien muy precioso en todos los puntos donde se encuentra. Da mas calor que la leña y puede emplearse con ventaja para calentar y evaporar los líquidos, y para la coccion de la cal y de los vidriados comunes. Las variedades que no exhalan mal olor son muy útiles para calentar los aposentos. Se cree que no puede usarse en las fundiciones ni aun en reemplazo de la leña, pero esta parece ser una asercion muy dudosa.

Las variedades cargadas de pirita como las del departamento del Aisne se emplean para la preparacion del alumbre y del sulfato de hierro; y los resíduos de estas fabricaciones ó las mismas lignitas, se usan en agricultura bajo el nombre de *cenizas rojas* y cenizas negras, y han producido resultados muy ventajosos en las tierras estériles de la Champagne y de la Thièrache.

El *azabache*, del que se han hecho durante mucho tiempo diges de luto y diversos objetos de capricho, no es otra cosa que lignita compacta. En Sainte-Columbe-sur-l'Hers, es donde se le trabajaba especialmente, ocupándose en ello de 1000 á 1200 operarios. En el dia está casi enteramente abandonada esta industria.

Betun.—*Asfalto, pisasfalto, pez mineral, brea mineral.*

§. 237. *Caractéres.*—Se llama *betun* á unas materias sólidas ó viscosas, por lo comun negras ó morenas, que se funden con bastante facilidad, unas veces á la temperatura del agua hirbiendo ó mas baja todavía, y otras á una temperatura mas elevada.

Ciertos betunes son insolubles en el alcohol; los demas

son solubles en parte y en parte insolubles. La mayor parte son atacables por el éter ó por la esencia de trementina, y entonces suelen dejar por resíduo materias carbonosas ú otra materia betuminosa inatacable, cuyo punto de fusion es diferente.

Sometidos á la destilacion, dan materias mas ó menos viscosas y algunas veces aceites bastante cristalinos, que son carburos de hidrógeno, que pueden depurarse y modificarse por medio de repetidas destilaciones. Dejan por resíduo una especie de carbon brillante muy hueco, ó una materia betuminosa fija, oxigenada.

Los betunes, tales como se nos presentan en la naturaleza, son probablemente mezclas en todas proporciones de carburos de hidrógeno de diversas especies, con compuestos de carbono, de hidrógeno y de oxígeno, análogos á los combustibles carbonosos de que acabamos de hablar. Cuando dominan estos últimos, la materia se aproxima á las ullas secas y á las lignitas, y cuanto mas se disminuyen y mas viscoso ó líquido es el betun, mas se acerca á los carburos de hidrógeno que se preparan ó se estraen en los laboratorios.

Yacimiento ó lecho.—Los betunes empiezan á presentarse en los depósitos sedimentarios silurianos; pero se manifiestan despues en todos los sedimentos posteriores, donde cada vez son mas abundantes, y en los depósitos que cubren la creta, donde se encuentran en cantidad muy considerable. En las partes mas antiguas se presentan especialmente en pequeños nidos ó en mameloncitos en los filones metalíferos que atraviesan el terreno; mas arriba se impregnan en cantidades mas ó menos considerables, ya en las materias esquistosas del terreno ullero, ó ya en diversos depósitos análogos que se encuentran encima. En la formacion jurásica y en los primeros depósitos de la formacion cretosa se encuentran mezclados con calizos en capas mas ó menos considerables. En los depósitos posteriores á la creta, impregnan á las materias arenáceas. Muchas veces salen del interior de la tierra aguas en cuya superficie se reune el betun;

asi el lago Asfaltites es conocido hace muchos siglos por la cantidad de betun que se recoge en su superficie, y lo mismo sucede respecto de los estanques betuminíferos de la isla de Zante, descritos por los antiguos.

En Francia hay bastantes depósitos betuminosos; se les encuentra en las tobas basálticas en Auvernia, en las arenas terciarias en Gabian cerca de Pezenas, en Lobsann y Beschelbrunn en el bajo Rhin, en los depósitos cretáceos superiores en Orthez y Caupenne, cerca de Dax, en Seyssel, cerca de la reunion del Ródano con el Isére, etc. Tambien hay muchos en Suiza, en diferentes puntos de Alemania, de la Polonia, de la Rusia, etc., y en todas las partes del mundo.

Usos.—Las diferentes especies de betunes tienen diversos usos. Los que son naturalmente oleosos y mas ó menos viscosos, como los de Beschelbrunn y los de muchos lugares de Alemania, se emplean inmediatamente para engrasar los carruages, y para untar el cordage y demas arreos de la marina, como la brea vegetal artificial. Los betunes se mezclan con calizo en polvo, con arenas y con cascajo, para terraplenar y embetunar los andenes y las azoteas, los acueductos, etc. De ellos se impregnan telas para hacer cobertores ligeros; tambien se les hace formar parte de ciertos barnices con que se cubre el hierro para preservarle de la oxidacion, y se usan para las pinturas toscas, que son muy sólidas, etc.

Los antiguos egipcios emplearon mucho el betun del lago Asfaltites para embalsamar los cuerpos y formar de ellos lo que se llaman *momias*, espresion que recuerda el *moum* de los persas, que es una especie de nafta, §. 241, muy olorosa y nombrada. De la palabra *momia* ó *moum* es de la que ha recibido el betun el nombre de *bálsamo de momia*. Se llama tambien momia á un color moreno que se saca de esta sustancia.

§. 238. *Materias resinosas.*—Pueden colocarse despues de los betunes diferentes materias, formadas tambien de carbono, hidrógeno y oxígeno, que son fusibles, que ar-

den exhalando un olor, ya aromático ó ya fétido, y que tienen mas ó menos analogía con las resinas.

El *Succino* ó *ámbar amarillo*, la mas notable y la mas abundante de estas materias, es una sustancia amarillenta, rojiza ó pardusca, unas veces transparente y otras ópaca, que contiene algunas veces insectos, restos de plantas, etc., como las resinas que destilan nuestros árboles.

Muchas variedades de succino dan por medio de la destilacion agujas cristalizadas, que no son otra cosa que *ácido succínico*; pero hay tambien otras que no las dan. Algunas son insolubles en el alcohol, y otras se disuelven en parte en este líquido; pero todas son mas ó menos solubles en el éter y en la esencia de trementina.

Se ha llamado Retinasfalto á una materia análoga, atacable en parte por el alcohol, y que dá por resíduo una especie de betun sólido. Hay tambien otras muchas materias resinosas, generalmente poco estudiadas, que se colocan á continuacion del succino.

Todas estas materias pertenecen á depósitos sedimentarios bastante modernos, y suelen encontrarse con las lignitas ó en las materias térreas que las contienen.

El succino se usa como un objeto de adorno. En diversas épocas se le ha tallado en perlas de facetas con las que se hacian collares. En el Levante es todavía muy estimado, y se hacen con él rosarios para los musulmanes, puños de cuchillos y de puñales, embocaduras de pipas, etc. Sirve para la preparacion del ácido succínico y para la confeccion de ciertos varnices grasientos, á los que dá mucho brillo y solidez.

En las márgenes del Báltico es donde principalmente se recoge el succino, el cual es arrastrado por los rios y por la misma mar á los terrenos arenosos que se estienden desde Memel á Dantzig, y se detiene en la costa; tambien se buscan los depósitos de lignita que le contienen.

§. 239. *Betun elástico*.—Debemos hacer tambien mencion del *betun elástico* ó *caoutchouc fosil*, que tiene cierta analogía con la goma elástica ó caoutchouc. Esta sustancia se

encuentra en Inglaterra en las minas de plomo del Derbyshire, donde está acompañada de materia resinosa y algunas veces de betun en glóbulos. Tambien se la ha encontrado en los depósitos carbonosos de Montrelais (Loira-Inferior), y en otros muchos puntos.

Carburos diversos de hidrógeno.

§. 240. *Parafina.*—Los carburos de hidrógeno sólidos son unas materias mas ó menos análogas á la cera, al esperma de ballena y á las materias grasientas, y se los ha llamado *cera fosil*, *escheirerita hatchetina* y *ozokerita*. Se encuentran en las inmediaciones de la ulla, y en esta misma, y se ha dicho haberlos hallado tambien en Moldavia cerca de Slanik, donde se los ha estraido en gran cantidad para hacer bugías; en Gresten, cerca de Gaming en Austria, y en Inglaterra. Todas estas materias tienen analogía con la *parafina*, que se estrae de las breas en la destilacion de las materias leñosas. Parece ser un carburo formado de 86 de carbono y 14 de hidrógeno.

§. 241. *Nafta y petroleo.*—No conocemos en el reino mineral mas que un carburo líquido, que es la *nafta*, materia muy volátil, de un olor penetrante particular, y que por destilacion puede obtenerse en forma de líquido amarillento y trasparente, que ofrece tambien la composicion de la parafina.

La nafta está siempre en la naturaleza manchada por materias estrañas, que la dan un color moreno mas ó menos oscuro, y entonces lleva el nombre de *petroleo*. Pertenece tambien á depósitos de sedimentos bastante modernos, ó al menos los atraviesa muchas veces para llegar á la superficie de la tierra. En Francia no se la ha encontrado mas que en la aldea de Gabian, cerca de Pezenas; pero se presenta en bastante cantidad en el ducado de Parma, y en toda la pendiente de los Apeninos en el de Módena; y tambien hay mucha en las riberas del mar Caspio, en Persia y en China.

Esta materia se utiliza para el alumbrado en los diversos paises en que abunda mucho; asi es que el petroleo de la aldea de Ammiano se emplea para el alumbrado de la ciudad de Parma, y en Persia, desde Mossul hasta Bagdad, no usa el pueblo mas que petroleo para proporcionarse luz. En todo este pais se le considera tambien como un específico poderoso contra los dolores reumáticos. Algunas variedades puras, que se llaman *moum*, se buscan particularmente como un bálsamo soberano para las heridas mas graves. Tambien se emplea como vermífugo, y en el mediodia de Francia el *petroleo ó aceite de Gabian* tiene bajo este punto de vista una gran nombradía.

§. 242. *Grisou.*—El gas detonante de las ulleras es un carburo de hidrógeno, gaseoso, que se compone de 75 de carbono y 25 de hidrógeno; pero suele estar mezclado con otras combinaciones de los mismos principios. Arde tranquilamente y con una llama amarillenta, cuando no está mezclado con el aire atmosférico, pero en el caso contrario produce violentas detonaciones. Es la mitád mas ligero que el aire, y por lo mismo se mantiene suspendido en la parte superior de las cavidades subterráneas. Los mineros le designan generalmente en Francia con el nombre de *grisou*, *brisou* ó *terrou*, y su inflamacion toma el nombre de *fuego grisou*.

Este gas abunda en la superficie de la tierra. En ciertas minas de ulla, que son por lo general las de mejores cualidades, se desprende contínuamente de la masa de combustibles; y hay capas en que existe en tal cantidad, que basta hacer un agujero para obtener un chorro violento y contínuo, que en algunos parages tienen siempre encendido los mineros para desembarazarse de él. Se desprende ademas en muchos puntos del interior de la tierra, ya por las hendiduras de diversas capas sólidas, ya al través de los poros de las materias arenosas, ó ya al través del agua de los pantanos que cubren estos terrenos. Algunas veces se desprende solo; pero frecuentemente está mezclado de petroleo mas ó menos espeso y de betun. En otros puntos sale con

una gran cantidad de arcilla diluida por el agua, y muchas veces impregnada de sal marina, por lo que se ha dado á estos manantiales el nombre de *salsas*. Algunos de ellos vomitan ó han vomitado una gran cantidad de materias térreas, cuya acumulacion ha formado conos, de cuyo vértice salen todavia bastante á menudo, recibiendo entonces estos fenómenos el nombre de *volcanes fangosos*, volcanes de cieno. Cuando estos chorros de gas, de petroleo y de betun, se inflaman accidentalmente, continuan ardiendo por mas ó menos tiempo, hasta que vienen á apagarlos grandes aguaceros ó recias bocanadas de viento. De ellos resultan lo que se llaman *fuegos naturales*, *fuentes inflamadas*, etc. El calor es bastante fuerte para calcinar el terreno y formar en diversos lugares grandes espacios áridos y privados de toda vegetacion. Algunos de estos fuegos arden desde los tiempos mas remotos; tales son los del Monte-Quimera, en las costas del Asia Menor, citados por Plinio y descubiertos de nuevo en 1811 por el capitan Beaufort. Por las hendiduras de la tierra es por donde salen las mas veces el gas, y las llamas; pero algunas se escapan por las bocas de las cavernas, como sucede cerca de Cumaná donde M. Humboldt ha visto á veces elevarse las llamas á mas de 30 metros.

Estas fuentes de hidrógeno carbonado son bastante comunes en la superficie del globo; habiendo un gran númerode ellas al pie de los Apeninos, en el Parmesado, el Modenado y el Bolonesado. En estos puntos es donde se encuentran los fuegos de Velleja, de Pietra-Mala, de Barigazzo, etc., que son los mas conocidos, y un gran número de salsas mas ó menos enérgicas. Tambien hay salsas considerables en Sicilia, entre Arragona y Girgenti, donde se les llama *Maccalubes*; pero donde se presentan los fenómenos en grande es en el derredor del mar Caspio, particularmente cerca de Bakou, como tambien en el Indostan; bastando en estos parages hacer un agujero de cuatro á seis pies de profundidad para obtener estos chorros de gas.

Los lugares del Asia donde se desprenden estas maté-

rias inflamables ó inflamadas, han estado en gran veneracion entre los adoradores del fuego, y lo estan todavia entre un corto número de *Gauros* ó *Guebros*, algunos de los cuales se han establecido con este motivo alrededor de Bakou, lugar santo, desde donde espenden el gas embotellado á sus correligionarios de la Persia y del Indostan. Generalmente se utilizan estos fuegos naturales para la coccion de la cal, de los ladrillos y del vidriado, y para la evaporacion de los líquidos. En algunas provincias los emplea el pueblo para cocer los alimentos, haciendo agujeros mas ó menos hondos hasta obtener el desprendimiento del gas, para inflamarlo en seguida.

Lámpara de seguridad.—Como la inflamacion del hidrógeno carbonado mezclado de aire atmosférico en lo interior de las minas, produce esplosiones muy peligrosas para los trabajadores, era de la mayor importancia desembarazarse de esta materia; y esto se habia conseguido en parte por medio de un buen sistema de ventilacion. Sin embargo, siempre se acumula en algunos parages menos ventilados que los otros, no pudiéndose entrar en ellos con luz sin las mayores precauciones. Davy, célebre químico inglés, consiguió, al cabo de muchas y muy atinadas investigaciones, construir una lámpara capaz de preservar de todo accidente, y á la cual dió el nombre de *lámpara de seguridad.* Es una lámpara de las de aceite, cuya llama está rodeada en todas direcciones por un enrejado metálico. Davy hizo ver que, inflamando una mezcla detonante encerrada en una caja de esta especie, no podia la llama comunicarse al esterior; por consiguiente este aparato puede usarse en las minas mas infectas sin temor de ningun accidente.

Ilustrado este sábio con el resultado de nuevas investigaciones, ha hecho en su lámpara una mejora importante, colocando un espiral de platina de 4 ó 5 centímetros encima de la mecha. Este metal calentado tiene la propiedad de ponerse candente en algunas mezclas detonantes formadas en ciertas proporciones; de modo que cuando se llega con esta lámpara á un parage donde hay bastante gas para apa-

garla, el hilo se pone de repente luminoso, y esparce bastante luz para que el trabajador pueda retirarse. Hay mas; luego que el mismo llega al parage donde el gas y el aire atmosférico se hallan en proporciones convenientes, el hilo candente produce una inflamacion en lo interior de la lámpara, y el gas inflamado enciende la mecha.

Madera alterada y turba.

§. 243. *Madera alterada.*—Ademas de la lignita propiamente dicha, en que se encuentran caractéres parecidos á los de la ulla ú hornaguera, se encuentran con frecuencia maderas que conservan todo el tejido leñoso, que se encienden y arden como las maderas ordinarias, desprendiendo un humo picante, que incomoda á los ojos, y que suele exhalar un olor betuminoso ó fétido, y rara vez balsámico.

Estas maderas se encuentran alguna vez en el mismo lecho que la lignita; pero las mas forman depósitos particulares en los terrenos mas modernos, constituyendo lo que se ha llamado *bosques sub-marinos*: se las ha empleado algunas veces en la carpintería como la madera ordinaria, ó bien como combustibles.

La tierra de Colonia es otra alteracion de las maderas sumidas en el seno de la tierra: se halla en estado térreo, y se reduce fácilmente á polvo por medio de la desecacion; arde sin llama, como la madera podrida, y sin humo. Es una materia importante como combustible en las cercanías de Colonia, donde forma grandes depósitos de doce á trece metros de espesor, que se estienden á muchas leguas, y en los cuales se reconocen palmeras y varias plantas coníferas, derechas todavía como en el sitio mismo donde vivieron. Se la esplota con actividad, y se la vacia en moldes despues de humedecida, para trasportarla con mas facilidad, haciéndose en aquel pais un gran consumo de esta tierra. Las cenizas que de ella provienen son buscadas para la agricultura; se las trasporta hasta la Holanda, y aun es

quema el combustible en el sitio mismo de las esplotaciones espresamente con este objeto.

§. 244. *Turba.*—Llámase turba una materia de color moreno, mas ó ménos oscuro, que se forma debajo de las aguas por efecto de la acumulacion y alteracion de diversas plantas. Es homogénea y compacta en las partes inferiores del depósito, y grosera y llena de restos visibles de diversas yerbas en las partes superiores. Arde fácilmente, con llama ó sin ella, produciendo un olor particular. Por medio de la destilacion se desprende de ella agua cargada de ácido acético, una materia oleosa y gases.

La turba está formada por la acumulacion de plantas acuáticas, y en especial por las que se hallan siempre sumergidas; formándose asi diariamente en las lagunas y pantanos. Esta materia cubre á veces espacios inmensos en las partes bajas de nuestros continentes, llenando las hondonadas de los anchos valles cuya escasa pendiente impide el curso de las aguas. Muchas veces se hallan estos depósitos enteramente cubiertos de agua; pero en algunos parages estan en seco, habiéndose formado sobre ellos capas de arena y de cieno, de donde han resultado hermosas praderas.

Los mayores criaderos de turba de la Francia son los del valle la Somma, entre Amiens y Abbeville. Los hay tambien muy considerables en las cercanías de Beauvais, en el valle de Lourcq, en las inmediaciones de Dieuze; y se esplotan en el valle de Essona, cerca de París. La mayor parte de las bellas praderas de la Normandía estan sobre turba. La Holanda, que no cuenta con otro combustible, contiene una gran cantidad, asi como la Westfalia, el Hanover, la Prusia y la Silesia.

La turba es tambien un combustible precioso, y por eso se la esplota con actividad en todos los parages donde existe, ascendiendo á mas de tres millones la que se estrae en Francia. Se la emplea en todos los usos para que puede servir la madera misma. Se la carboniza tambien en hornos construidos al efecto, y produce un carbon mas dura-

dero que el de leña, y que suele servir con ventaja para todos los usos en que este puede emplearse.

Acido carbónico.

§. 245. Cuerpo gaseoso, incoloro, inodoro, no inflamable, soluble en el agua, á la cual comunica un sabor acídulo, la propiedad de hacer espuma y la de precipitar por el agua de cal.

Este gas se encuentra en estado libre en el fondo de los pozos, en las minas abandonadas, en lo interior de algunas cuevas naturales, tales como los *Estouffis* de las cercanías de Clermont en Auvernia, la gruta de Auvenas en el Ardeche, la mofeta de Perault cerca de Montpeller, la gruta del perro en las inmediaciones de Nápoles, las cavernas de Bolzena en los Estados romanos, el antro de Trifon en Sicilia, etc. El gas se escapa ordinariamente del suelo de estas cavernas, bastando á veces remover un poco la tierra, para que se desprenda en cantidad prodigiosa, como sucede frecuentemente alrededor de Clermont en Auvernia, cuando se cava en las masas de puzolanas que los antiguos volcanes han acumulado en aquel punto. Despréndese tambien á veces en cantidad inmensa de los cráteres volcánicos apagados, como en el volcan de Pasto en la provincia de Quito, ó en las antiguas solfataras, como en Jaba, en el valle de Poison, ó *Guevo Upas*, donde todo ser viviente queda al momento asfixiado.

El gas ácido carbónico se halla frecuentemente disuelto en las aguas y en cantidad mucho mayor de la que tolera la presion ordinaria; lo cual da orígen á las *aguas minerales gaseosas* que se encuentran en muchos parages, y entre las cuales la mas conocida es el agua de Seltz ó Selten, en la Prusia-Rhenana, que es tambien la mas fuerte y al mismo tiempo la mas sencilla bajo el punto de vista de las demas materias que tiene en disolucion. Y no son solo las aguas frias las que se hallan cargadas de este ácido, sino que lo estan tambien muchas de las aguas calientes, como

las de Vichy y de Monte-Dorado en Auvernia, de Vals en el Ardeche, las cuales tienen hasta 55°; las de Wisbaden cerca de Maguncia, que ascienden hasta 68°, etc.

§. 246. *Sales orgánicas.*—Entre las sales orgánicas, el *guano* es la única materia de importancia: resulta de la acumulacion del escremento de una multitud innumerable de pájaros que frecuentan las islas adyacentes á las costas del Perú, donde forma depósitos muy estensos y hasta de 50 y 60 pies de espesor: asegúrase haberlos encontrado tambien en las islas de la América del Norte.

El guano se esplota como un abono precioso, y á esta materia es á la que deben las costas estériles del Perú la fertilidad que se les da por medio del trabajo. En estos últimos tiempos se ha trasportado el guano hasta Francia.

Carbonatos.

§. 247. *Caractéres generales.*—Es fácil reconocer los carbonatos, porque hacen siempre efervescencia con el ácido azóico, asi en frio como en caliente.

A escepcion de tres especies, todos estos cuerpos son bi-carbonatos, en que el ácido contiene dos veces el oxígeno de la base; unos son simples y otros compuestos de diversas maneras; los hay que son anhidros, y hay otros hidratados ó hidratíferos.

Los carbonatos anhidros, que tienen una misma fórmula, se dividen en dos grupos, á cada uno de los cuales corresponden carbonatos dobles ó sulfatiros. Los unos pertenecen al sistema romboédrico, los otros al sistema prismático recto rectangular; pero al frente de cada una de estas divisiones se encuentra el carbonato de cal, que presenta las dos formas, con lo cual parece indicar que son estos cuerpos un ejemplo en grande de dimorfismo.

Los *carbonatos romboédricos* cristalizados tienen entre sí tales relaciones en cuanto á sus caractéres esteriores, que durante mucho tiempo se ha confundido á la mayor parte de ellos en una sola especie. Igual analogía se observa has-

ta en las variedades de estructura, de modo que los carbonatos de cal, de hierro, de manganeso, etc., cuando no estan alterados, no pueden distinguirse de ninguna manera á simple vista. Todos estos carbonatos son susceptibles de esfoliaciones, y dan por resultado romboedros muy semejantes unos á otros, á saber:

Dialogita. Romboedro de.	103° y 77°?
Calcáreo.	105° 5' y 74° 55'
Dolomia (1).	106° 15' y 73° 45'
Siderosa.	107° y 73°
Giobertita.	107° 25' y 72° 35'
Smithsonita.	107° 40' y 72° 20'

Los *carbonatos prismáticos* presentan circunstancias análogas. De cuantos tenemos conocimiento, ninguno es susceptible de esfoliacion; pero en todo su modo de ser tienen la mayor analogía, asi respecto de los agrupamientos, §. 51, como respecto de los cristales, los cuales pueden referirse todos á prismas romboidales muy semejantes, á saber:

Aragonita. Prisma romboidal de. .	116° 5' y 63° 55'
Albayalde.	117° y 63°
Estroncianita.	117° 32' y 62° 28'
Whitherita.	118° 57' y 61° 3'

De todos los carbonatos, solo hay un corto número que puedan interesarnos de un modo especial; y son, de una parte los que abundan en la superficie del globo, y de otra, los que son de alguna importancia en calidad de menas

(1) El ángulo de la dolomia es precisamente la media proporcional entre el ángulo de 105°, 5' del carbonato de cal y el de 107° 25' del carbonato de magnesia; y la dolomia está formada de un átomo del uno y un átomo de la otra. Esta media, proporcional á los números atómicos, se sostiene en todas las reuniones cristalinas de muchos cuerpos que hemos podido examinar.

metálicas ó como materias eminentemente útiles en ciertas industrias. Todos los demas son sustancias accidentales de los criaderos metálicos, y apenas interesa tener conocimiento de otra cosa mas que de su existencia.

Calcáreo.—*Cal carbonatada, espato de Islandia.*

§. 248. *Caractéres.* — Cuerpo que da cal viva por la calcinacion, sin inflarse ni crepitar; soluble con notable efervescencia en el ácido azóico, y cuya disolucion precipita abundantemente por el oxalato de amoniaco, y poco ó nada con los otros reactivos. Peso específico 2,72; refraccion doble, de un solo eje repulsivo; dureza escasa, pudiendo ser rayado con una punta de acero.

Esta sustancia es una de las mas notables bajo el punto de vista de la cristalizacion, pues realiza por sí sola cuanto es capaz de ofrecer el sistema romboédrico, §. 25 á 27, 41; romboedros de todas especies, desde los mas obtusos hasta los mas agudos; escalenoedros de todos los géneros de derivacion, obtusos y agudos; dodecaedros de triángulos isósceles, y prismas de bases de exágonos regulares. Todas estas especies de formas estan modificadas de mil maneras, y reunidas unas á otras en cuantas combinaciones son imaginables. Hállanse en ella tambien grupos de toda especie de cristales de dos en dos, §. 54, de romboedros, de dodecaedros y de sus combinaciones.

Las formas accidentales que presenta el carbonato de cal no son menos variadas que las formas regulares: todas las especies de obliteracion de los cristales, todos los agrupamientos irregulares, las estalactitas y estalagmitas, las configuraciones panniformes, las concreciones pisiformes, los riñones, las incrustaciones en plantas, acueductos y toda especie de cuerpos, las seudomorfosis de maderas, de conchas y de madréporas, los poliedros por retraccion, y en fin, todas las formas accidentales conocidas vienen á figurar en esta sustancia, la cual ofrece por sí sola todos los

ejemplos de modificacion de la materia producida por las circunstancias esteriores, §. 59 á 70.

Ni es menos variada su estructura, pues se ve el calcáreo en masas laminosas, susceptibles de esfoliarse en láminas mas ó menos gruesas; en masas hojosas, de grandes ó pequeñas hojas, bacilares, fibrosas, compactas ó térreas. Las variedades que se hallan en grandes depósitos suelen contener materias estrañas, unas veces térreas y otras cristalinas, diseminadas en forma de pelotones, ó esparcidas uniformemente por toda la masa, y dando á esta toda especie de colores. Las variedades de mezcla arcillosa se llaman *margas*, y se las divide en *marga caliza*, en que la mezcla es de poca consideracion, y en *marga arcillosa*, en la cual es, por el contrario, muy abundante la materia estraña.

§. 249. *Situacion ó yacimiento.*—El calcáreo es la materia mas esparcida por la superficie del globo, y la que constituye la mayor parte de nuestros continentes. Pertenece esencialmente á las formaciones sedimentosas, y se halla formando inmensos depósitos en todas las gradaciones de la série, desde los depósitos silurianos hasta las formaciones mas recientes, §. 160, nota. Unas veces forma capas mas ó menos considerables, que alternan con diversos depósitos areniscos ó arcillosos; otras compone montañas y aun cadenas ó cordilleras enteras. Distínguese alguno de estos grandes depósitos por el modo de agregacion de sus partículas, teniendo unos una estructura compacta, y siendo otros térreos y mas ó menos groseros. Todos ellos estan llenos de despojos orgánicos, cuya naturaleza varia estraordinariamente, desde los mas antiguos hasta los mas modernos, y que suministran caractéres importantes para poderlos distinguir unos de otros, aun en las mismas colecciones (véase la *Geología*).

En las formaciones inferiores suelen encontrarse calcáreos compactos, de color oscuro las mas veces; en las superiores sucesivas van haciéndose las tintas mas claras, la testura por lo comun mas apretada, y el aspecto generalmente mas grosero. En las formaciones jurásicas, las

porciones compactas alternan con depósitos oolíticos. En la formacion gredosa, las materias, ordinariamente térreas, presentan muchas divisiones, distinguiéndose en *greda blanca*, que es la mas pura; en *greda toba*, que ofrece á veces bastante solidez para servir de piedra de construccion; y en greda cloritada, notable por la cantidad de granitos verdes que se hallan mezclados en ella. Mas arriba, los depósitos mas ó menos consistentes se hacen enteramente groseros, de testura floja, y á veces mezclados con arena en la mayor parte de su estension.

Los despojos orgánicos, cuya mayor parte ha pertenecido á los moluscos, presentan las mas veces formas completamente estrañas á las de los seres que viven hoy dia; y solo en los terrenos gredosos se aproximan á los de nuestra época, con los cuales llegan á identificarse en las capas mas modernas. Asi los géneros como las especies suelen variar de un depósito á otro, es decir, que los de una época desaparecen en la siguiente, y hacen lugar á otros que se pierden á su vez. La mayor parte son despojos marinos, acumulados muchas veces á millares, y componiendo por sí solos depósitos inmensos; pero tambien hay muchos procedentes de las aguas dulces, y diseminados por lo comun en una pasta caliza, compacta ó térrea. Estos empiezan ya á manifestarse en los terrenos ulleros, ó sea de hornaguera; pero no se hacen abundantes hasta mas allá de la formacion jurásica, y sobre todo cerca de la greda en los terrenos terciarios.

Hay un hecho importante digno de notarse, y es que cuando los diversos depósitos calizos, cuya idea general acabamos de dar, se hallan aproximados á productos de cristalizacion, y sobre todo mezclados con ellos, toman caractéres enteramente distintos de los que ofrecen en todas las demas partes. Los restos orgánicos se encuentran á veces enteramente destruidos: en vez del estado compacto y aun térreo se notan diversos estados mas ó menos cristalinos, hojosos ó sacaroideos, al propio tiempo que las arcillas y las piedras areniscas que separan en otras partes las diversas ca-

pas, se convierten en esquistos arcillosos, en micasquistos, en cuarzos esquistosos, etc. Las tintas oscuras ó pálidas son reemplazadas por otras tintas vivas, unas veces uniformes y otras mezcladas: introdúcense en la masa materias nuevas en forma de venas, de pelotones, etc., circunstancias todas del mayor interés para la Geología, y de las cuales volveremos á ocuparnos mas adelante.

Tobas calcáreas ó calizas.—Ademas de los depósitos continuos, que sucediéndose de edad en edad han formado la série sedimentosa, encuéntrase tambien el calcáreo, formando en diferentes puntos depósitos adventicios, producidos por las aguas, habiendo entre ellos algunos que van todavia en aumento en nuestros dias. Las *tobas calizas* se hallan en muchos sitios diferentes, habiendo formado en algunos depósitos inmensos: casi siempre contienen despojos orgánicos, particularmente de los vegetales que viven en las inmediaciones, y á veces conchas fluviatiles y terrestres.

En las aguas calcaríferas es donde se forman las pisolitas, §. 63, y por sus infiltraciones las estalactitas, que tanto suelen abundar en las cavidades subterráneas, ó grutas, de los terrenos calizos, y de las cuales hay algunas muy célebres, tales como la gruta de Antiparos en el Archipiélago griego, la de Auxelle en el Franco Condado, la de Pool's Hole en Derbyshire, etc.

§. 250. *Situacion geográfica.*—Todos los paises de la tierra ofrecen depósitos mas ó menos considerables de las varias especies de calcáreos, estando formada de ellos la mayor parte del suelo de la Francia. Los depósitos terciarios, que contienen calcáreos groseros marinos y fluviatiles, cubren lo que se llamaba Isla de Francia y pais de Orleans, asi como la Turena, la Guyana y la Gascuña, hasta el pie de los Pirineos; encontrándose ademas muchos trozos de calcáreos fluviatiles en la Auvernia, en el Cantal, en el Languedoc y la Provenza.

La greda que rodea el gran depósito parisiense, se prolonga á la Champaña, la Picardía y el Artois; constituye

todas las riberas desde Calais hasta Houfleur, y se vuelve á encontrar en las costas de Inglaterra. Se continúa en el Maine, la Turena, y en una parte de Berri y del Poitou, y se la vuelve á hallar en el Angoumois, la Saintonge y la parte meridional del Perigord.

Los otros calcáreos, y en particular los de la formacion jurásica que cubren el Franco Condado y la Borgoña, constituyen la mayor parte del resto de la Francia; se hallan limitados por los terrenos cristalinos de las Ardenas, de los Vosgos, de los Alpes, del Delfinado, de los Pirineos y de la Bretaña; y rodean por todas partes el grupo cristalino que constituye el Lemosin, la Auvernia, el Leonesado y parte del Languedoc.

En el Delfinado, alrededor de los Alpes y en los Pirineos, es donde principalmente se encuentran los depósitos mas ó menos profundamente modificados por terrenos cristalinos.

§. 251. *Usos. Piedra de construccion.*—El calcáreo es una materia de un uso muy comun. Desde luego, como piedra de construccion ofrece la gran ventaja de dejarse tallar fácilmente, y de conservar, no obstante, las aristas, las molduras y los ornamentos mas delicados. Sin embargo, es preciso saber elegirla bien: la greda suele ser demasiado tierna; las variedades hojosas, simples ó micáceas, resisten poco el peso; muchos calcáreos compactos son secos, como suele decirse, y ademas suelen estar llenos de fisuras que les quitan mucha solidez. Las variedades mejores son las compactas, de fractura desigual, plana ó irregular, que son mates y tienen á veces algo de térreas. Bajo este aspecto se encuentran escelentes en las formaciones análogas á las de París y en los depósitos jurásicos; siendo estas formaciones las que han suministrado los materiales para la mayor parte de los monumentos del mundo civilizado. Empléanse tambien á veces las tobas calcáreas ó calizas, pudiendo citarse como principales ejemplos las de los Estados Romanos, conocidas con el nombre de *travertines*, empleadas en una gran parte de la Italia, y de las cuales se han

construido en este pais todos los monumentos antiguos y la mayor parte de los modernos.

Piedras heladizas.—Hay piedras que no pueden permanecer espuestas á las intemperies del aire, sin disgregarse mas ó menos pronto y caer hechas pedazos ó polvo: tales son principalmente las variedades susceptibles de empaparse lentamente de agua, y que sobreviniendo las heladas antes de que esta haya podido evaporarse, y aumentando el volumen del líquido al pasar al estado sólido, hace estallar la masa. Estas variedades se llaman *piedras heladizas*, y desde luego se concibe el mucho cuidado con que debe evitarse hacer uso de ellas.

Para conocer de antemano si una piedra es heladiza ó no, se ha propuesto introducir un pedazo ó casco en una disolucion salina, y sacarla despues de haberse empapado en ella. Cristalizándose la sal en lo interior de la piedra y aumentando entonces de volumen, produce el efecto de la congelacion del agua, y si la piedra resiste á la prueba, podemos estar seguros de que resistirá lo mismo á las intemperies del aire. Este ensayo, indudablemente decisivo para hacer una eleccion acertada, tiene no obstante el inconveniente de hacer desechar á veces muy buenos materiales; puesto que no hay paridad entre una disolucion salina que por necesidad ha de dejar un cuerpo en lo interior de la piedra, y el agua pura, que se evapora sin dejar absolutamente nada en su lugar. Hay ciertas piedras porosas, que no resisten á la prueba que acabamos de indicar, y que sin embargo no se disgregan jamás al aire, porque el agua que penetra en ellas se desprende con la misma facilidad que se introduce.

Cal y argamasas.—La calcinacion del calcáreo produce la *cal*, materia muy principal para la preparacion de las *argamasas* ó *morteros*; pero tambien aqui es preciso distinguir con cuidado las variedades: los calcáreos mas puros producen lo que se llama *cal gruesa*, la cual necesita mucha agua para apagarse, soporta una gran cantidad de arena, y por lo mismo da mucha argamasa; pero esta cal tar-

da mucho en endurecerse al aire, no adquiere nunca una gran consistencia, y en los parages húmedos no llega á endurecerse. Los calcáreos mezclados de silicatos aluminosos, y mejor aun de silicatos hidratados, producen por el contrario *la cal delgada ó cal hidráulica*, la cual, menos productiva que la cal gruesa, en razon de que absorbe mucha menos agua y admite poca arena, tiene la inmensa ventaja de endurecerse pronto al aire y en los parages húmedos, y debe emplearse con preferencia cuando se atiende mas á la solidez que á la economía. La cal hidráulica se endurece hasta debajo del agua, circunstancia que la hace indispensable para todas las construcciones hidráulicas, en las cuales los morteros de cal gruesa se desleirian completamente.

No en todas partes se encuentran calcáreos capaces de producir la cal hidráulica; pero pudiendo proporcionarse greda ó margas calizas susceptibles de diluirse en agua, se los puede hacer artificialmente, reduciendo estas sustancias á una papilla espesa, y mezclando con ella materias arcillosas ó escorias volcánicas, escorias de fragua, ladrillos ú objetos de alfarería reducidos á polvo, con cuya mezcla se forman panes ó tabletas, que se cuecen despues de secas, como el mismo calcáreo. A falta de calcáreo desleible, puede emplearse la cal ordinaria que se encuentre mas á mano, dejándola apagarse al aire, y mezclando despues su polvo con silicatos arcillosos desleidos ó molidos; de todo lo cual se hace una pasta con un poco de agua, y se forman panes ó ladrillos, que se vuelven á cocer despues de secos. Sin embargo, este procedimiento tiene el inconveniente de la carestía, á causa de la doble cochura que exige.

Mármoles.—Se da el nombre de *mármoles* á las variedades de calcáreo de grano fino, susceptibles de pulimento, y que por su blancura, ó por sus colores mas ó menos vivos, pueden emplearse para la construccion de muebles ó para decorar edificios (1). Puede decirse que el mármol se halla

(1) Los *mármoles duros* son granitos ó pórfidos.

en todas partes, pero principalmente desde los depósitos jurásicos hasta los calcáreos silurianos; siendo la parte de estos depósitos inmediata á los terrenos de cristalizacion, donde generalmente se encuentran las variedades mas ricas en colores, y las mas agradablemente matizadas de venas.

Hay una multitud de variedades de mármoles, y á cada una de ellas se le da su nombre particular, bastando á veces el menor accidente, para distinguir con un nombre especial algunos trozos estraidos del mismo canto que otros muchos. Los mármoles mas hermosos se llaman *mármoles antiguos*, espresion que en un principio indicaba materias cuyas canteras se habian perdido, y que se estraian de los monumentos antiguos, pero que en la actualidad se aplica á las variedades escogidas entre las que se esplotan diariamente. Esta pasion por lo antiguo ha sido á veces causa de que á costa de grandes dispendios se trajesen de Italia mármoles, que los romanos habian trasportado allí de Francia, y cuyas canteras se conservan todavía.

Entre las numerosas variedades de mármoles que se han admitido, deben distinguirse principalmente las siguientes: 1.° Los *mármoles simples ó sencillos*, que para ser estimados deben tener un solo color, y este bien pronunciado y neto: tales son los *mármoles blancos* estatuarios, que nos vienen de Carrara, en la costa de Génova; los *mármoles negros* de Dinan, de Namur, etc.; los *mármoles rojos*, entre los cuales se distingue principalmente la *guinda de Italia*, que se esplota todavía cerca de Narbona en Languedoc; los *mármoles amarillos*, llamados amarillo antiguo ó amarillo de Sienna, etc.

2.° Los *mármoles simples con venas*, cuyas numerosas variedades ofrecen en su fondo toda clase de colores. Los depósitos calcáreos de Flandes estan hace mucho tiempo en posicion de suministrar á la Francia estos mármoles, á los cuales se da el nombre de *mármoles de Flandes*, y que se emplean mucho en París. Uno de los mas comunes es el llamado *Santa Ana*, de fondo gris y venas blancas; pero hay otros mucho mas agradables, de fondo oscuro y rojo azulado, etc.

Entre las hermosas variedades procedentes de diferentes parages, se distingue el *grande antiguo*, de fondo negro y vetas blancas perfectamente marcadas; el *portor*, de fondo negro y venas amarillas; el *azul turquí*, de fondo azulado y venas mas oscuras, de cuya variedad el mas hermoso, nos viene de Carrara; el *Languedoc*, que viene de Narbona, de fondo encarnado y grandes venas, que se emplea para las decoraciones monumentales, etc.

3.° Los *mármoles brechas*, que no suelen ser mas que unas variedades de mármoles con venas, en que estas cortan la masa de manera que parece estar compuesta de fragmentos reunidos. Los mas célebres son el *luto* y *el medio luto*, que ofrecen brillantes matices blancos sobre un fondo negro, y que se estraen del Ariege y de los bajos Pirineos; *la brecha de Aix*, ó *brecha de Tolonet*, compuesta de grandes fragmentos amarillos y violados, reunidos por venas negras, que se esplota en Aix, en Provenza; y la *brecha violada*, de fondo violado con grandes matices blancos, uno de los mármoles mas ricos, procedente de la costa de Génova, y cuyas canteras se agotaron hace ya mucho tiempo.

4.° Los *mármoles compuestos*, que provienen generalmente de los parages en que los depósitos de sedimento se hallan enclavados en los terrenos de cristalizacion: contienen materias estrañas, distribuidas en forma de hojuelas, de pelotones, ó diseminadas. Distínguense principalmente los mármoles *cipolin* de la costa de Génova, que contienen mica verdosa diseminada en una pasta blanquecina y sacaroidea; los mármoles *campan* de los Pirineos, que contienen hojuelas ondeadas de materias análogas de varios colores, en pastas de calcáreo compactas de diversos tintes. Finalmente, las diferentes variedades de *verde antiguo*, que son unos mármoles sacaroideos, blancos ó verdosos, mezclados con dialaga y con serpentina (véanse los silicatos) de color verde. Hay ciertas variedades que ofrecen mármoles de la mayor belleza para la decoracion de los edificios, y que en general proceden de la costa de Génova.

5.° Los mármoles *lumaquelas*, que contienen conchas madréporas, etc. Entre sus variedades se distinguen principalmente unas de fondo negro, sobre el cual se dibujan manchas de calcáreo blanco, cada una de las cuales es una concha; se estrae de Flandes y de las cercanías de Narbona. El *pequeño granito,* ó mármol de las Ecausinas, cerca de Mons, que se emplea para cubrir los muebles; y que está lleno de *encrinitas* (1), es un ejemplo comun de esta variedad.

Alabastros.—Ya hemos hablado, §. 204, de los alabastros calcáreos ó calizos, los cuales proceden de los depósitos de estalactitas y estalagmitas que llenan las canteras de los terrenos calcáreos. Los mas buscados son los que tienen un color blanco, ligeramente amarillento, una hermosa semi-trasparencia, y venas de un blanco de leche: tal es el alabastro oriental, ó alabastro antiguo. Vienen despues las variedades amarillentas, con zonas de diversas tintas de escaso resalte, que es lo que se llama *alabastro de vena, mármol onice, mármol ágata*, empleados para revestir capillas y objetos de gran lujo monumental.

Piedras litográficas; margas.—Hablemos de aplicaciones mas humildes. La piedra litográfica es un calcáreo compacto, de grano fino y apretado, capaz de empaparse algo de agua, y que se halla principalmente en los depósitos jurásicos. Las piedras mas célebres son las de Pappenheim en las orillas del Danuvio en Baviera; se estraen tambien en Francia, y particularmente en Chateauroux (Indra), en Belley (Ain), en Dijon, Perigueux, etc.

En la agricultura, las margas que tienen la propiedad de dividirse fácilmente al aire y de convertirse en polvo, nos ofrecen abonos muy preciosos, que deben elegirse con arreglo á la naturaleza del terreno: las margas calizas sirven para los terrenos naturalmente muy fuertes, y las arcillo-

(1) Goldfuss, Ficino y Caro han dado el nombre de encrinos á una familia de Litrozoarios, que tiene por tipo el género encrina. (N. del T.)

sas, para los que son demasiado flojos. Hay margas en todas las formaciones, pero particularmente desde los depósitos terciarios hasta el calcáreo conchoideo: de aqui á abajo mas bien son arcillas que margas.

Aragonito.

§. 252. El aragonito es químicamente el mismo carbonato de cal que acabamos de mencionar, pero cristalizado en el sistema prismático rectangular y no susceptible de esfoliacion. Esta materia es de fractura vítrea muy brillante, y de una dureza suficiente para rayar el calcáreo. Al fuego, el aragonito cristalizado se deshace y convierte en polvo; pero esta propiedad disminuye en las variedades de fibras ténues aglomeradas, y desaparece completamente á medida que se borran los vestigios de cristalizacion, reproduciéndose entonces el calcáreo comun.

El aragonito, que muchas veces se halla en cristales regulares, prismáticos, de bases de rombo, diversamente modificadas, se presenta con mas frecuencia todavía en cristales agrupados, como los que hemos indicado, *fig.* 253 á 262. Esta sustancia es la que mas á menudo se encuentra bajo la forma coraloidea, *fig.* 322; presentándose tambien en pequeñas masas bacilares, fibrosas, que son como la transicion al estado compacto y aun térreo, donde ya no es mas que carbonato de cal ordinario.

Esta sustancia se encuentra principalmente en los criaderos de mena de hierro, en las grietas ó hendiduras de los depósitos basálticos, y de las rocas serpentinosas, y en cristales agrupados en las arcillas gípseas de los depósitos salíferos. Ciertas tobas calizas, como las de Vichy, se hallan enteramente en el estado de aragonito.

Dolomia.

§. 253. La dolomia tiene las mayores analogías con el calcáreo, solo que el romboedro de esfoliacion es mas ob-

tuso, §. 246. El carácter distintivo mas notable de esta sustancia, es la lentitud de la efervescencia con el ácido azóico, lo cual es comun á la giobertita y á la siderosa. La disolucion precipita primero con abundancia en caliente por el oxalato de amoniaco, y despues se enturbia de nuevo al enfriarse, produciendo todavía un precipitado abundante. El peso específico es 2,86 en las variedades mas puras.

Esta sustancia se encuentra con bastante frecuencia en cristales romboédricos semejantes á los de la esfoliacion, que son siempre bastante sencillos, y no se la conoce bajo otras formas, como no sea en el estado de depósitos cristalinos sobre cristales de calcáreo. Las formas accidentales faltan igualmente, á escepcion de las variedades mamelonares ó globulosas, y en lo que principalmente se la conoce es en masas de un grano fino ó sacaroideas y á veces compactas.

En el estado cristalino se encuentra la dolomia en los criaderos metalíferos, y sus variedades mas bellas vienen de Méjico. En masas, se la encuentra formando capas intercaladas en medio de los terrenos de granitos y de micasquistos, como alrededor del San Gotardo, conteniendo diversas sustancias diseminadas; ó en relacion con pórfidos ó rocas piroxénicas, como en el Tirol, ó con algunos basaltos, como en Larzac en las Cevennes. Tambien se presenta frecuentemente con el calcáreo peneo (§. 160, nota), al cual reemplaza completamente en Inglaterra, y despues en los diversos depósitos superiores é inferiores al calcáreo conchoideo, en el lias, en los depósitos jurásicos, y finalmente, en la greda y en los calcáreos parisienses; pudiendo decirse que existe casi en todas partes, pero rara vez en depósitos de mucha estension.

Las diversas variedades de esta sustancia casi no se usan, y aun en la agricultura se teme la cal que procede de ella; hasta hace pocos años no se habia reconocido que ciertas variedades mezcladas con silicatos podian dar cales hidráulicas, aunque no de tanta fuerza como se ha querido suponer.

Siderosa. — *Hierro carbonatado, hierro espático, mina de acero.*

Caractéres.—La siderosa es tambien una materia que pre senta pocas formas cristalinas, y que no se conoce mas que en romboedros semejantes al que produce la esfoliacion, en pequeños romboedros agudos, y en prismas exágonos; presentándose algunas veces bajo la forma lenticular.

El peso específico es de 3,81; la calcinacion produce una materia negra ó roja, que se funde en glóbulos negros, que obedecen á la atraccion del iman; y la disolucion, que se hace lentamente en frio, da un precipitado abundante por el cianuro ferro-potásico.

Hállase á veces la siderosa en masas reniformes, en pequeños depósitos mamelonares, en las cavidades de las rocas basálticas, y bajo la forma de tallos de plantas, ó con impresiones de helechos, en los terrenos areniscos ulleros. Preséntase frecuentemente en masas laminosas, en grandes ó pequeñas hojas, granugienta ú oolítica á veces, y entonces bastante semejante á la limonita en granos, §. 161. En otros casos es compacta y aun térrea, y está mas ó menos mezclada con materias estrañas.

Yacimiento ó lecho.—En el estado de cristales, se encuentra esta materia en diferentes criaderos metálicos. Las variedades laminosas en masas, llamadas mas particularmente *hierro espático*, se hallan en filones y en montones en los terrenos de cristalizacion, ó en los calcáreos de diferentes edades que las cubren inmediatamente; las variedades reniformes, compactas, térreas, mas ó menos manchadas con materias estrañas, pertenecen al terreno ullero, y suelen formar en él depósitos bastante considerables, ya en las areniscas, ya en medio de las capas de ulla. Las variedades oolíticas pertenecen á las formaciones jurásicas.

Usos.—La siderosa ofrece tambien importantes menas de hierro, que son bastante comunes en diversos paises: en

Francia se esplotan las minas espáticas en Allevard, en el Delfinado, en Baigorry, Vicdessos, etc., en los Pirineos: se las trata generalmente por un método particular, que se llama *método catalan*, por medio del cual se obtiene inmediatamente hierro sin necesidad de fundir. Pero es preciso saber elegir estas menas, pues se cree haber observado que las que contienen magnesia dan mal hierro. Las variedades que estan mas ó menos descompuestas son las mejores; las que contienen óxido de manganeso dan hierros que se trasforman fácilmente en acero, y de aqui el nombre de *mina de acero*.

Las variedades compactas y térreas del terreno ullero ofrecen una mena escelente, y tanto mas preciosa, cuanto que se halla junto al combustible mas á propósito para tratarla, siendo estas las únicas que se esplotan en Inglaterra: tambien se esplotan en Francia en las inmediaciones de Saint-Etienne, y en Aubin en el Aveyron. Las variedades oolíticas de los terrenos supra-jurásicos se emplean en Hayanges, en la Mosela, y en muchas fábricas de la costa de Oro.

Esmithsonita.—*Zinc carbonatado*, *zinc oxidado*, *calamina*.

§. 255. Rara vez se halla en cristales, los cuales son siempre muy pequeños; á veces en estalactitas ó en formas tomadas del carbonato de cal, ó bien en masas compactas.

Cuando se calcina este mineral, da un humo blanco, que se deposita alrededor de la pieza de ensayo. La disolucion, que se hace con una viva efervescencia en el ácido azóico, da por el amoniaco un precipitado, que un esceso de este álcalí hace disolver de nuevo.

Las variedades cristalinas ó estaláctícas se encuentran en diversos criaderos metálicos; pero las variedades en masas, forman capas con el silicato de zinc en los terrenos de sedimento, desde la formacion carbonífera hasta el lias; siendo en este último donde particularmente se las halla en Francia, en Combecave (Lot), en Montalet, cerca de Uzès,

en San Salvador en Languedoc, etc. Estas menas se esplotan en diversas localidades al mismo tiempo que el silicato (véase Calamina).

§. 256. La *zinconisa*, carbonato hidratado, se encuentra en pequeñas masas térreas en las minas de plomo de Bleyberg en Carinthia.

Malaquita y azurita.—*Verde de montaña*, *ceniza verde*, *cobre azulado*; *azul de cobre*, *azul de montaña.*

§. 257. La primera de estas sustancias es verde, y cristaliza en prismas romboidales rectos; la otra es azul, y presenta prismas oblícuos: ambas dan agua por la calcinacion y se ennegrecen; y su disolucion precipita cobre en abundancia. La primera es un simple carbonato hidratado; la segunda es un bi-carbonato, combinado con un hidrato de la misma base.

Debe agregarse á estas dos especies un carbonato anhidro, moreno, como todas las sales de cobre anhidras, y que se ha observado en la India, en el pais de Mysora.

La malaquita, que se halla rara vez en su forma cristalina natural, se presenta con frecuencia en cristales octaédricos, diversamente modificados, que provienen de la descomposicion del protóxido. Manifiéstase tambien en prismas oblícuos, fibrosos interiormente, que resultan de la descomposicion de la azurita. Por lo demas, se la encuentra en pequeñas masas mamelonares ó estalácticas, frecuentemente fibrosas en lo interior, y presentando ademas capas de agregacion que se distinguen por la variacion de las tintas. A veces es pulverulenta, y entonces suele presentarse mezclada con materias térreas y areniscas.

La azurita por el contrario, casi siempre está cristalizada ó en forma de bolas, compuestas de cristales agrupados. Tambien se la encuentra en el estado térreo, en cuyo caso suele estar mas ó menos mezclada de materias estrañas. Lo que se llama *piedra de Armenia* no es mas que una de estas mezclas, compacta y bastante dura.

Estas dos sustancias son por lo general materias dependientes de los criaderos metálicos cobrizos. La malaquita suele hallarse en masas bastante abundantes en las minas de los montes Ourales en Siberia; la azurita se encontró en abundancia, durante cierto tiempo, en Chessy cerca de Lyon, en las piedras areniscas ó asperones abigarrados.

Cuando las variedades estalácticas fibrosas de malaquita llegan á componer masas bastante voluminosas, se venden en hojas delgadas, y con ellas se hacen mesas y otros muebles y objetos de adorno, de una estraordinaria belleza.

En los parages donde abundan los carbonatos de cobre, se los emplea con las otras menas en la preparacion de este metal; pero este es un mal modo de sacar partido de ellos, y valdria mucho mas fabricar sales de cobre, y especialmente el sulfato, de que se hace frecuentemente uso en los tintes.

Natron y urao.—*Sosa, álcali mineral, sosa carbonatada.*

§. 258. El natron tal como se encuentra en la naturaleza, es una materia esflorescida, de un sabor cáustico y orinoso, soluble en el agua, de donde se deposita despues en cristales, que contienen una cantidad mayor de este líquido en estado de combinacion. Estos cristales espuestos al aire vuelven muy pronto á convertirse en polvo.

El urao, por el contrario, está cristalizado en prismas oblícuos rectangulares; su sabor es menos cáustico, es poco alterable al aire, y se presenta en masas granugientas y á veces fibrosas.

La primera de estas especies se encuentra en la superficie de la tierra, en las llanuras bajas de nuestros continentes, en las inmediaciones de ciertos lagos cuyas aguas contienen siempre cierta cantidad de ella. Abunda en los tiempos secos, y cubre la tierra de eflorescencias semejantes á la nieve: asi es que se la ve en las llanuras de la

Hungría, alrededor de Debreczin, en el valle de los lagos de Natron en Egipto, en la Arabia, en la India, etc.

El urao forma depósitos sólidos en las materias arcillosas de formacion moderna, en cuyo estado se le encuentra en Colombia, alrededor del pueblo de Lagunilla, á una jornada de Mérida, y contiene cristales diseminados de gaylussita. Hállase tambien al parecer en Africa en el Fezzan, á la orilla del gran desierto y probablemente en el valle de los lagos de Natron, á veinte leguas del Cairo; lo cierto es que de esta última localidad se estraen masas considerables de dicha materia, que son inalterables al aire, y con las cuales se han construido murallas, que se conservan en estos paises secos. Es de presumir que de su descomposicion provenga la especie llamada natron.

Los carbonatos de sosa suelen encontrarse tambien formando eflorescencias en la superficie de las lavas y de las escorias en los volcanes activos. Existe en el estado de disolucion en muchas aguas minerales, entre las cuales deben citarse con particularidad las de Vichy en Auvernia, y las de Contrexeville en los Vosges.

Estas sales de sosa son unas materias de importancia en todos los parages donde se encuentran, para la fabricacion del jabon y para la vidriería, para cuyo objeto se hacia antiguamente en Francia una grande importacion, particularmente del Egipto; pero en el dia todo lo que necesitan los franceses lo preparan artificialmente por medio de la descomposicion de la sal marina, y lo mismo sucede en casi todas las naciones de Europa.

Carbonatos diversos.

§. 259. La mayor parte de los demas carbonatos pertenecen á los criaderos metálicos, y estan siempre en cortas cantidades. El *albayalde,* la *witherita,* la *estroncianita* corresponden mas especialmente á los depósitos de mena de plomo; tienen entre sí la mayor analogía, y se encuentran ya

en cristales, ya en pequeñas masas aciculares, fibrosas, compactas y á veces térreas. El albayalde es el mas abundante, y el que ofrece cristales mas netos y variados, presentando sobre todo un gran número de grupos como los que hemos indicado, *fig.* 261 á 263.

En las menas de plomo de Leadhills en Escocia, se encuentran tambien los carbonatos de plomo sulfatíferos, en cristalitos mas ó menos distintos, cuyas formas no pueden referirse al albayalde; hallándose tambien en estos mismos lechos la *estromnita* y la *barito-calcita.*

La *giobertita* se encuentra en romboedros simples, diseminados en los silicatos magnesianos designados con el nombre de talco; la *nemalita*, materia térrea, se halla en forma de venitas en las serpentinas, asi como los demas carbonatos hidratados de la misma base.

BORIDES.

Cuerpos que dan inmediatamente al alcohol la propiedad de arder con una llama verde, ó que tratados con el ácido azóico, dejan una materia que posee esta propiedad.

§. 260. Muy corto es el número de sustancias de que tenemos que hablar aquí, á saber:

1.º El *ácido borico hidratado* ó *sassolina*, que se encuentra en disolucion en las aguas procedentes de las fumarolas (1) de Toscana, §. 226, en las cuales cristaliza, y que se halla igualmente en pequeñas masas mezcladas con azufre en el cráter de Vulcano. Hállase en estado de hidrato, que no contiene mas que 56 por 100 de ácido seco; y se le recoge y emplea en el dia para la fabricacion del borax.

2.º El *borax*, ó borato de sosa, que se dice hallarse en-

---

(1) Voz de origen italiano con que se designan las hendiduras que se observan en ciertos cráteres de volcanes activos, ó en la superficie de lavas calientes, por donde suelen exhalarse vapores de humo.

(N. del T.)

teramente formado en las aguas de ciertos lagos en la India, ó en pequeñas capas cristalinas á algunos pies de profundidad en las tierras flojas; como tambien en Ceilan, en Persia, en la Tartaria meridional, y en disolucion en las aguas de ciertas minas del Potosí. Hasta que se ha fabricado el borax con el ácido borico de Toscana, todo el que venia á Europa era de la India. Esta sal sirve de fundente en algunas operaciones secundarias de la metalurgia.

3.º La *boracita*, ó sea borato de magnesia, que cristaliza en cubos, notables por su falta de simetría, §. 43. Esta sustancia, que es poco conocida, se halla en cristales diseminados en el gipso de Lunebourg en Brunswick, y de Seg.berg en Holstein.

4.º De los borosilicatos de cal que se hallan en el hierro magnético de Arendal en Noruega, uno cristaliza en prismas romboidales rectos, y otro en pequeñas masas botrioideas (véase silicatos boríferos).

GRUPO DE LAS SILICIDES.

Cuerpos compuestos de sílice, ya sola, ya combinada con diversos óxidos.

Fusibles con la sal de sosa y atacables despues por el agua y los ácidos; su disolucion ácida da una gran cantidad de sílice, ya inmediatamente, ya despues de la evaporacion y del tratamiento subsiguiente por el agua.

§. 261. Este grupo, á pesar de no contener mas que la sílice y sus combinaciones con diversas bases, es el mas estenso y dilatado de todo el reino mineral, pues contiene actualmente mas de doscientas especies que pueden definirse bastante bien, y acaso otras tantas que estan en via de ser definidas; puesto que el exámen químico de las materias minerales va descubriendo cada dia nuevas combinaciones. Sucede aquí con la sílice y sus diversas bases lo que con el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, cuyas combinaciones, en las materias llamadas orgánicas, pueden efectuarse en un número casi infinito de relaciones determinadas.

Las sustancias que entran en este grupo tienen bastantes caractéres físicos comunes, que sirven á veces para reconocerlas al momento. La mayor parte de ellas ofrecen el brillo vítreo, al menos en las variedades cristalizadas, y no hay ninguna que tenga brillo metálico. Casi todas son de una dureza considerable; un gran número de ellas rayan el cuarzo, y todas las demas, con muy pocas escepciones, rayan ó gastan el vidrio cuando estan cristalizadas; sin que bajo este aspecto se las pueda confundir como no sea con los fluosilicatos, topacio y pignita, el borosilicato datholita, el corindon y las espinelas, §. 220, 221, 151, 153.

La mayor parte de estos cuerpos pertenecen á los terrenos de cristalizacion: algunos forman en ellos por sí solos depósitos mas ó menos considerables, mientras que otros, reuniéndose con una constancia notable, constituyen rocas enteras, que por esta razon se llaman *rocas compuestas*. La mayor parte de los otros se hallan diseminados ó formando núcleos en diferentes rocas; siendo muy pocos los que hay en los terrenos de sedimento.

Ya hemos indicado muchas de las piedras que se emplean en la bisutería y en la joyería; y todas las demas pertenecen á la familia de las silícides, tanto las que conservan todavia un precio subido, como algunas mas comunes, que sin embargo se emplean con frecuencia.

En la imposibilidad de describir aqui todas las especies que pertenecen á este grupo, elegiremos aquellas que mas abundan en la superficie del globo, y de las cuales es indispensable tener algunas ideas generales.

SÍLICE PURA.

Materias infusibles por sí solas; insolubles en los ácidos, pero solubles mediante la fusion con el álcali. Su disolucion nada contiene ó casi nada despues de la separacion de la sílice.

Cuarzo, calcedonia y opalo.—*Cristal de roca, ágata, pedernal*, etc.

§. 262. *Caractéres del cuarzo.*—De estas tres materias y todas sus variedades, solo el cuarzo es susceptible de cristalizacion. El cuarzo es una sustancia vítrea, inalterable al fuego, que corresponde al sistema romboédrico, cuyos cristales ofrecen siempre dodecaedros de triángulos isósceles, ya simples, *fig.* 424, ya con las caras del prisma exagono, 425 y 426, y diversas modificaciones no simétricas en los ángulos, 427. Las mas veces estan los cristales sumamente desfigurados por el escesivo ensanche de algunas de sus caras, bien sea como en la *fig.* 428, ó bien como en las *fig.* 429 y 430, que es lo mas frecuente.

El cuarzo se presenta tambien bajo formas tomadas del carbonato de cal escalenoedro, del hierro oligisto romboédrico, ó de la fluorina octaédrica. Ya hemos indicado la aglutinacion cristalina de las arenas cuarzosas por el carbonato de cal, §. 66; pero hay otra especie de aglutinacion de las arenas, producida por las exhalaciones eléctricas, que atravesando por ellas, producen tubos mas ó menos irregulares, á que se da el nombre de *fulguritas*, y que se prolongan á veces muchísimo en lo interior de la tierra.

Encuéntrase tambien el cuarzo en pequeñas masas bacilares ó fibrosas; pero lo mas frecuente es estar en grandes masas compactas, ya limpias y trasparentes, ya mas ó menos opacas. En otras partes tienen las masas una especie de estructura granugienta, poco distinta, y pasan al estado litoideo. Finalmente, hállase el cuarzo bajo la forma de arenas mas ó menos aglutinadas, mas ó menos puras, de lo cual son buen ejemplo las piedras areniscas que forman el enlosado de París.

Naturalmente incoloro, adquiere á veces el cuarzo colores mas ó menos vivos, por efecto de la mezcla de materias estrañas, bien conservando su trasparencia, ó bien

volviéndose opaco. Mézclase con peróxido de hierro, con hidrato amarillo de este peróxido, con arcilla ferruginosa roja y amarilla, y con materia amfibólica ó clorítica (1), que le da un color verde. La *amatista* es un cuarzo trasparente, violado, colorado por el óxido de manganeso; hay tambien cuarzos trasparentes de diversas tintas amarillas, cuarzos morenos ó ahumados, etc.

§. 263. *Caractéres de la calcedonia.*—La calcedonia, el ágata, la cornalina y el pedernal, son todas materias de una misma naturaleza y enteramente silíceas: todas tienen por carácter el blanquearse al fuego, y el disgregarse en él enteramente. No ofrecen vestigios esteriores de cristalizacion, ni presentan signo alguno de doble refraccion cuando se las reduce á láminas, que pueden mirarse como homogéneas; por consiguiente no se hallan tampoco cristalizadas interiormente, ni deben considerarse mas que como una aglutinacion mecánica de partículas silíceas. Son mas tenaces que el cuarzo y dan mas pronto fuego con el eslabon: su brillo, mas bien litoideo que vítreo, tiene siempre cierta crasitud, semejante á la de la cera; algunas veriedades que se asemejan al opalo por su brillo resinoso, son en parte atacables por la potasa cáustica, cuando estan reducidas á polvo fino.

La calcedonia toma algunas veces formas prestadas: suele incrustar los cristales de cuarzo de una pedícula mas ó menos densa, y presentar enteramente su forma. Otras veces se la ve sustituir á diferentes cristales de calcáreo; y todavia es mas frecuente verla bajo la forma de ramas de árboles, de poliperos (2), conservando todas las formas de su tejido; ó bien hallarla amoldada en las cavidades de las conchas ó de los equinides. Encuéntrase tambien en pequeñas esta-

---

(1) Véase mas adelante las anfibolas, cloritas, micas, etc.

(2) Voz inventada por Reaumur para designar las agregaciones mas ó menos numerosas en que suelen vivir algunos pólipos. (N. del T.)

lactitas, en riñones mas ó menos voluminosos, huecos á veces interiormente, ó bien tapizados ó llenos de cristales de cuarzo, y conteniendo materias térreas.

La calcedonia, tanto la traslúcida, como la opaca, se presenta unas veces sin color, y otras con el que le prestan las mezclas de algunas materias estrañas. Las variedades traslúcidas suelen llevar el nombre de *ágata;* las que ademas tienen color, se llaman *sardónica* cuando son amarillas ó morenas, y *cornalina* cuando son rojas, color que es debido á materias orgánicas, §. 101. Cuando se hallan reunidos diversos colores en forma de zonas ó bandas, la materia suele tomar el nombre de *onice.* Algunas veces se halla en forma de dendritas la materia colorante, y de aqui resultan las *ágatas herborizadas.*

Los jaspes son unas calcedonias opacas, mezcladas con diversas materias estrañas que les dan color: estas materias son el peróxido de hierro ó su hidrato, ya puros ya mezclados con arcilla, ó bien silicatos de color verde; de donde resultan los jaspes rojos, amarillos, verdes, etc., de diversas variedades, en que los colores se hallan unas veces distribuidos de un modo uniforme, y otras dispuestos en forma de bandas, zonas, manchas, etc. Los jaspes calcedonios se distinguen de los cuarzos de color opacos, que se les asemejan á veces, en que se disgregan al fuego. Debe notarse tambien que algunos jaspes, que contienen una gran cantidad de arcilla ferruginosa ó de calcáreo, como suele suceder en las sílices de las partes superiores de los terrenos secundarios, se hacen fusibles al soplete, circunstancia que ha hecho se los confunda á veces con otras sustancias.

La piedra de molino no es mas que una variedad litoidea y opaca de calcedonia, llena á veces de cavidades irregulares que han hecho se le de el nombre de *silex cariado.*

Sílice pulverulenta.—Es bastante frecuente encontrar sílice en polvo fino en las cavidades de ciertos depósitos silíceos ó en los riñones de pedernal. Hay tambien riñones de testura muy floja, que parecen estar formados de materias pulverulentas agregadas, y que son bastante leves para

sobrenadar en el agua como la piedra pomez; lo que ha hecho se les dé el nombre de *silex néctico* (1).

Tambien los riñones silíceos de la greda suelen tener en la parte esterior una capa mas ó menos gruesa de materia silícea opaca, blanca, y poco agregada, mientras que el centro es compacto y sólido. Algunas veces se encuentran muchas capas alternativas de materias sólidas y de materias pulverulentas.

§. 264. *Caractéres del opalo.*—El opalo se blanquea al fuego, del mismo modo que la calcedonia; pero en este caso da siempre una gran cantidad de agua: es las mas veces atacable por la potasa cáustica, precisamente como los precipitados gelatinosos, todavia hidratados, que formamos en los laboratorios. No ofrece ningun vestigio de cristalizacion ni de doble refraccion: es mucho menos tenaz que la calcedonia, y da menos chispas con el eslabon. Su brillo es casi siempre mas ó menos resinoso.

El opalo se presenta algunas veces en forma de pequeñas estalactitas ó de mamelones trasparentes y nacarados, y mas comunmente en la de riñones mas ó menos voluminosos, ó en la de ramas de árboles, cuya estructura conserva tambien. Hay algunas fuentes minerales que contienen sílice, que depositada en diferentes puntos produce opalo incrustado mas ó menos grosero.

Algunas veces se presenta el opalo visiblemente puro, ofreciendo mas ó menos trasparencia ú opacidad. Ciertas variedades semitrasparentes ofrecen en su interior colores irisados sumamente vivos, que las hacen apreciables y les dan un precio muy subido. Tambien se colora frecuentemente el opalo por efecto de las materias estrañas que con él se mezclan, y las variedades opacas, mezcladas con óxido de hierro, con arcilla ferruginosa, con materia verde, etc., forman lo que se llama *jaspes-opalos* ó *jaspes-resinitos*.

Encuéntranse tambien hidratos de sílice, verdaderos

(1) Voz de orígen griego que significa nadador. (N. del T.)

opalos, en estado gelatinoso ó pastoso y casi pulverulento, que son á veces susceptibles de desleirse en agua. Hay circunstancias en que el opalo parece hallarse alterado, en que los riñones y los fragmentos, vueltos de color blanco en la superficie, han llegado á reducirse á polvo, el cual queda entonces destituido de toda su agua. Hay no obstante variedades que recobran por imbibicion el agua que perdieron y al mismo tiempo su traslucidez, y estas variedades se llaman *hidrofanas*.

Respecto de la composicion, hay al parecer muchos hidratos, muy diferentes unos de otros en cuanto á la cantidad de agua que contienen, y que acaso formarán otras tantas especies en lo sucesivo.

§. 265. *Yacimiento ó lecho del cuarzo.*—Puede decirse en general que el cuarzo propiamente dicho pertenece á los terrenos de cristalizacion, en los cuales forma por sí solo filones considerables que atraviesan todas las rocas, montones estensos y grandes capas, donde unas veces se presenta en el estado vítreo, dotado de trasparencia, y otras mas ó menos opaco con una especie de testura granosa. En otros casos se halla mezclado con mica, que se encuentra en él en forma de pelotones, ó diseminada de un modo mas ó menos uniforme; resultando entonces las rocas compuestas llamadas *hialomictas*, y que se distinguen en *granitoideas* cuando tienen el aspecto del granito, y en *esquistoideas* cuando la mica, dispuesta en pequeñas capas, da á la masa una estructura esquistosa. Cuando abunda mucho la mica, y sus hojuelas bien manifiestas alternan con las del cuarzo, resulta el *micasquisto*.

El cuarzo es tambien parte esencial del *granito*, en el cual se le encuentra reunido, no solo á la mica, sino tambien al feldspato, formando el todo una mezcla mas ó menos uniforme de pequeñas partes de dichas sustancias. Se da el nombre de *protógino* á una especie de granito que se halla en abundancia en los Alpes, donde la mica es por lo general muy magnesiana; y el de *pegmatita* á un granito, en que los tres elementos forman unas especies de

montones distintos, reunidos y pegados unos á otros.

Suele haber en los terrenos de cristalizacion quebraduras y cavidades irregulares, en las cuales cristaliza el cuarzo, y de donde se estraen los grupos de cuarzo cristalino que decoran las colecciones.

En los terrenos de sedimento forma el cuarzo aquí y allá filones, que atraviesan muchos depósitos de abajo á arriba, pero en capas solo se manifesta en forma de arenas mas ó menos aglutinadas, donde unas veces se presenta bastante puro, y otras mezclado con materias estrañas, ó ensuciado por la limonita, etc. Si todavia se encuentra á veces cuarzo cristalizado en los depósitos sedimentarios, es solo en pequeños cristales, que tapizan las cavidades de los montones de calcedonia ó de las materias arcillo-silíceas que separan los bancos calizos. Es de notar que en los depósitos sedimentarios encajados en medio de los terrenos de cristalizacion, las capas areniscas son reemplazadas por cuarzos compactos, ya puros, ya mas ó menos micáceos como las hialomictas.

§. 266. *Yacimiento ó lechos de la calcedonia.*—La calcedonia es mucho menos abundante en los terrenos de cristalizacion, donde se halla á veces en filones; pero en el estado de jaspe forma tambien capas de poco espesor, que alternan á menudo con materias anfibólicas, dialágicas y serpentinosas (véanse estas palabras). Hállase en riñones mas ó menos voluminosos, frecuentemente de capas concéntricas, en ciertas rocas, en depósitos ó en terrenos aislados que se han llamado *amicdaloideos*, porque los riñones de diversas sustancias que en ellos se presentan simulan la figura de las almendras incrustadas en una pasta.

En forma de riñones opacos, donde la materia toma mas particularmente el nombre de *pedernal*, es muy abundante en las diversas capas calizas ó margosas de todas las épocas; siendo particularmente en la creta donde estos riñones son numerosos, y á veces de un gran volumen, estendidos otras en el sentido de la latitud, y semejantes á pequeñas capas: se los halla reunidos en lechos horizontales, que

suelen repetirse gran número de veces, con intervalos de dos ó tres metros, como se observa principalmente en las orillas del canal de la Mancha.

Piedra de moler.—En los terrenos terciarios se hallan depósitos bastante estensos de piedra de molinos. Los hay desde luego en la parte inferior, en lo que se llama calcáreo silíceo, como en toda la Bria, donde no se encuentran restos orgánicos; mas arriba, en la mayor parte de los terraplenes de los alrededores de París, se hallan montones de la misma materia en las arenas cuarzosas, en que termina la masa principal de las colinas; estas contienen frecuentemente límneas, planorbas, etc., que son conchas de agua dulce.

§. 267. *Lecho del ópalo.*—El ópalo se encuentra tambien en posiciones algo diversas. La mayor parte de las variedades se hallan en los fragmentos de terrenos traquíticos, como alrededor del Mont-Dore, en el Siebengebirge, en Hungría, en los montes Eugáneos, en Méjico, etc. Las rocas traquíticas mismas los contienen igualmente, unas en venitas, y otras en nidos; se los halla tambien algunas veces en los depósitos basálticos, y en riñones mas ó menos voluminosos, ordinariamente bastante puros, en las rocas amigdaloideas, como particularmente se observa en la isla de Fero.

Fuera de estos lechos, el ópalo forma filones en los depósitos de serpentina y de dialaga, en los cuales presenta por lo general variedades blancas, translúcidas ú opacas: asi se observa particularmente en Mussineb, Baldissero, etc., en el Piamonte, en la isla de Elba, en Silesia, etc. Se encuentra tambien en las partes superiores de los terrenos de sedimento, ya en nidos de los calcáreos fluviátiles, como en el Orleanesado, en Gergovia en Auvernia; ya en riñones en las capas margosas de las inmediaciones de París, en las cuales la materia es azulada en la superficie y morena en lo interior, como, por ejemplo, en Menilmontant, de donde ha venido á estas variedades el nombre de *menilita.* Entonces se halla tambien el ópalo frecuentemente mezclado con marga, que le hace blanco y comple-

tamente opaco, como las sílices de las mismas localidades, y susceptible como ellas de fundirse al soplete.

Hay tambien *tofos de ópalo*, que son producidos por las aguas de ciertos manantiales, como las aguas termales de la Islandia, que han formado depósitos de tres ó cuatro metros de espesor, estendidos en espacios bastante considerables; lo mismo sucede en la isla de San Miguel, en las Azores. Muchas fuentes minerales depositan igualmente cortas cantidades de ópalo, y de este modo se le ha encontrado en los conductos de las aguas minerales del Mont-Doré en Auvernia. Es probable que los depósitos de sílice térrea y ligera del Randanne y de Ceysat, tambien en Auvernia, hayan sido producidos del mismo modo. Indudablemente las aguas termales cargadas de ópalo son tambien las que han dado orígen á los nidos y filones de esta naturaleza, que se hallan en ciertos asperones (véanse las Arkosas en Geología), y las que han suministrado la pasta opalina que reune á veces sus fragmentos.

§. 268. *Uso de las materias silíceas.*—Las variedades límpidas de cuarzo se han elaborado en otro tiempo como objetos de lujo; de ellas se hacian copas, vasitos, diversos adornos, visos, etc.; pero todos estos objetos, muy estimados á causa de la dificultad de su trabajo, no se usan en la actualidad, y ha decaido su fabricacion desde que se introdujo la especie de vidrio llamado *cristal*, que es á la vez mas límpido, mas brillante y mas fácil de trabajar. Apenas se usa mas que la amatista, especialmente cuando, mezclada con el cuarzo blanco, produce reflejos ó dibujos espirales; entonces se la asocia muchas veces con las mezclas de fluor y de cuarzo para hacer lindos juguetes ataraceados. Se usa tambien la amatista en joyería, y es asimismo de mucho valor cuando la piedra es gruesa, y tiene un color subido y uniforme; entonces se busca para los anillos de obispo. Los tintes claros no tienen valor, sino cuando las piedras reunidas en un aderezo son exactamente del mismo matiz, para lo cual es necesario escogerlas entre un

gran número de piedras talladas. Ciertas variedades de cuarzo, mezcladas con asbesto de fibras paralelas, y conocidas con el nombre de *ojo de gato*, §. 97, tienen algunas veces mucho valor. La *venturina*, que es las mas veces una variedad de la hialomicta, donde estan diseminadas pajitas de mica muy brillantes, es tambien muy buscada en placas; hay otra, menos bella, que es un cuarzo granugiento colorado, en el cual algunos cristales, dispuestos de diverso modo que los otros, brillan con mayor claridad. Se usan tambien en piedras de facetas las diversas variedades de cuarzo colorado, pero no tienen ningun valor. Estas piedras nos vienen del Brasil ya talladas, y sus precios son sumamente ínfimos.

Los depósitos areniscos de diversas épocas se esplotan para sacar piedras de molino, de pulir ó de afilar, mas ó menos groseras. Ciertas variedades, bastante sólidas y de granos gruesos, se usan como piedras para moler el grano. Las arenas blancas y puras sirven en las vidrierías para fabricar el vidrio blanco. Las arenas silíceas, cualesquiera que sean, se mezclan en todas partes con las arcillas para la fabricacion de los objetos comunes de alfarería.

Las variedades de calcedonia, como la sardónica, la cornalina y la ágata herborizada, se han buscado mucho, pero en el dia tienen poco valor. Otra variedad, conocida con el nombre de *crisopasa*, que al trasluz presenta un hermoso matiz verde, debido á un silicato de nickel, es la única que se busca en la actualidad y que tiene mucho precio; con ella se hacen hermosos aderezos con cerquillos de diamantes.

Se usan particularmente las diversas variedades de calcedonia para el grabado en piedras finas; los onices se buscan especialmente para los camafeos, y se hace entonces el pequeño bajo-relieve en una de las capas, dejando la otra para el fondo.

Uno de los usos mas importantes, pero que cada dia va decayendo mas desde que se han introducido los mistos fulminantes, es el de los pedernales para la fabricacion de las

piedras de fusil. En Francia existen muy buenas variedades para este uso, y por espacio de mucho tiempo se ha esportado una cantidad muy considerable; pero este comercio se ha prohibido despues. Las mayores fábricas estan en el departamento de Loira y Cher.

La sílice molar, ó piedra de moler, es tambien una materia importante, no solo como escelente piedra para las construcciones que exigen solidez, sino tambien para la confeccion de las piedras de molino, para las cuales no hay materia alguna mas á propósito. Se hacen muchas en el radio de París, de donde se trasportan á todos los puntos de Francia y aun al estranjero. Las mas célebres son las de La Ferté-sous-Jouarre en el departamento del Sena y Marne.

El ópalo no se usa mas que como objeto de adorno. Las variedades irisadas, que tienen frecuentemente un gran valor, se buscan mucho en la joyería: tambien se tallan á veces ciertas variedades amarillentas, que se llaman *ópalo de fuego* y *girasol*. Las maderas petrificadas y opalizadas, especialmente las palmeras, suelen servir para sellos, cajas, etc.

Silicatos aluminosos simples.

Su disolucion, privada de sílice, produce por medio del amoniaco, un precipitado coposo abundante, y atacable por la potasa cáustica.

§. 269. *Estaurotida y distena.*—Los silicatos aluminosos son unas veces anhidros, otras hidratados, ó bien hidratíferos. Estos últimos se distinguen especialmente en que los ácidos les roban fácilmente cierta cantidad de alúmina.

Entre los silicatos anhidros, es necesario notar la *estaurotida* y la *distena*, sustancias diseminadas, bastante comunes en los terrenos de cristalizacion, y especialmente en los micasquistos.

La estaurotida, de color oscuro, ya trasparente, ya

opaca, difícilmente fusible, está en general cristalizado, y en prismas rhomboidales, mas ó menos modificados, *fig.* 431, y frecuentemente en grupos cruciformes, *fig.* 432, 433.

La distena, frecuentemente de color azul, por lo cual se le dado el nombre de *cianita*, es del todo infusible, y se halla en cristales prismáticos prolongados, delgados, mal conformados en el vértice, ó en pequeñas masas bacilares.

Estas dos sustancias estan reunidas en los micasquistos de San Gotardo; la estaurotida se halla aislada en Bretaña, en los esquistos arcillosos, y la distena sola en las rocas cuarzosas del Tirol.

§. 270. *Silicatos hidratados.*—Todos los silicatos hidratados son materias compactas, muy frágiles, algunas veces translúcidas y de un brillo resinoso, las mas opacas y frágiles, y que pasan al estado térreo. No se los conoce cristalizados, y solo por medio del analisis es como pueden distinguirse entre sí. Se hallan en pequeños nidos en ciertos depósitos metalíferos, en núcleos en las rocas amigdaloides, en riñones en los calcáreos, ó en las materias areniscas que separan sus capas; algunas veces forman masas bastante considerables ó una especie de filones en estas últimas. Constituyen, en gran parte, los depósitos arcillosos que se hallan en los terrenos de sedimento, en los cuales estan frecuentemente mezclados con materias areniscas mas ó menos abundantes. A este grupo es al que pertenecen la mayor parte de las materias llamadas *arcillas*, y las tierras de labor designadas con el nombre de *tierra fuerte*, *tierra franca*, etc.

§. 271. *Uso de las arcillas.*—Los silicatos aluminosos hidratados térreos, que se hallan en depósitos bastante considerables en la superficie de la tierra, son materias sumamente útiles. Por una parte detienen las aguas llovedizas que se filtran en los terrenos de sedimento, haciendo que salgan á la superficie en forma de fuentes, §. 226; y por otra, sirven para una infinidad de usos, y especialmente en la fabricacion de ladrillos y de diversos objetos de alfarería, artículo de una alta importancia, que mantiene

á un gran número de familias. Las arcillas groseras sirven para el vidriado ordinario; otras mas puras, se usan para las *tierras de pipa* ó *tierras inglesas*, y para una especie de porcelana comun. Las porcelanas finas se fabrican con una tierra particular, que resulta de una descomposicion de los feldspatos, y que se llama *kaolin*.

Las *tierras de batan* no son mas que arcillas calcaríferas, pegajosas al tacto, que brillan dándolas con la uña, y que se dilatan y diluyen en el agua, haciendo este líquido mas ó menos jabonoso. Son de la mayor importancia en las fábricas de paños, en las cuales se usan para quitar á los tejidos el aceite de que hubo que empapar la lana para elaborarla. Las tierras de batan mas nombradas en Francia, son las de Issoudun (Indre), las de Villeneuve y las de Septeme (Isere), las de Flavin (Aveyron) y las de Rittennau en Alsacia.

La *piedra de quitar manchas* que se vende en París es una arcilla calcarífera de la formacion gipsosa, §. 204, que se usa unas veces sola, y otras mezclada con algo de carbonato de sosa, que le comunica la propiedad de avivar los colores alterados por los ácidos.

Las allofanas y las halloisitas, que son abundantes en algunas localidades, como las de Beauvais y Bayona, podrian usarse con ventaja para la fabricacion del sulfato de alúmina puro, que es tan útil en la tintorería.

Silicatos aluminosos dobles.

Su disolucion ácida contiene diversas materias al mismo tiempo que la alúmina, y por lo tanto precipita por medio de diversos reactivos.

§. 272. Esta division contiene un número inmenso de cuerpos, de los cuales hemos citado los mas comunes en el cuadro. Los hay, como se vé, anhidros é hidratados. Gran parte de los primeros son de base de cal, de pro-

tóxido de hierro y de manganeso; otros contienen potasa, sosa ó litina. Muchos, aunque de dferentes bases, presentan unas mismas fórmulas de composicion, y forman en consecuencia grupos particulares, ó géneros, que importa distinguir.

Muchos silicatos hidratados tienen sus correspondientes entre los silicatos anhidros, como la tomsonita y la wernerita, la escolezita y la labradorita, la estilbita y la carnatita. Los mas son de hase de cal; pocos hay que sean enteramente de base alcalina, y es raro hallar en ellos la potasa. Los hay que contienen protóxido de hierro, y que en su mayor parte constituyen entonces sustancias muy análogas, de color verde, que se han designado con los nombres de *clorita* ó *de tierra verde.*

En algunos compuestos, la alúmina hace tambien las veces de cuerpo electro-negativo, resultando de aqui combinaciones de silicatos y de aluminatos. Esta misma sustancia es algunas veces reemplazada, en todo ó en parte, por sus isomorfos, peróxido de hierro $\dddot{\mathrm{Fe}}_2$, óxido de cromo $\dddot{\mathrm{Cr}}_2$, óxido de manganeso $\dddot{\mathrm{Ma}}_2$, etc.

Finalmente, hay silicatos aluminosos que contíenen fluor, cloro, ácido bórico, ácido fosfórico, azufre, ácido sulfúrico, cuyas funciones son enteramente desconocidas, y de los cuales ha habido que formar grugos separados.

A. *Silicatos aluminosos dobles anhidros.*

§. 273. Entre las numerosas especies de esta division, tenemos que considerar particularmente: el grupo en que se hallan la *ortosa*, la *albita*, etc., de una misma fórmula de composicion, y que forman lo que se llama, en general, *feldspato*; el grupo á cuyo frente se encuentra el *grossulario,* que constituye lo que se llama los *granates*; el grupo *idrocrasa* y el grupo de las *epidotas.* El primero nos interesa porque sus especies desempeñan un papel importante en los terrenos de cristalizacion, y los demas porque se en-

cuentran con mucha frecuencia en ellos. Añadiremos la *esmeralda*, cuyo nombre, conocido de todo el mundo, debe hacer desear algunos pormenores sobre las materias que con él se designan.

Género feldspato.

§. 274. *Caractéres generales.*—Las materias que al principio recibieron el nombre colectivo de *feldspato*, son tan abundantes en los terrenos de cristalizacion, como el calcáreo en los de sedimento. Constituyen en ellos por sí solas muchas veces depósitos, y forman la base de la mayor parte de las rocas compuestas que se encuentran en los mismos. En la actualidad se dividen en muchas especies, en las cuales unas veces son elementos diversos é isomorfos que se reunen en fórmulas de una misma especie, y otras son los mismos elementos reunidos en diversas fórmulas. Tales son, por una parte, la *ortosa*, *la albita*, la *petalita*, etc., y por otra, la *labradorita*, la *riacolita*, etc. Es de notar que estas diferentes sustancias, cuyas composiciones se hallan en el cuadro de las especies, se mezclan entre sí, y con la *oligoclasa*, de diversas maneras; de modo que muchas veces es difícil establecer su naturaleza química, y aun parece en ciertos casos referirse á fórmulas diversas, cuando no se hace mas que la suma de los elementos isomorfos. Todas estas sustancias son fusibles en esmalte blanco ó en vidrio esponjoso; todas presentan esfoliaciones mas ó menos fáciles cuando estan cristalizadas, ó en masas laminares, ó bien se hallan en estado compacto, la mayor parte con brillo craso mas ó menos marcado. Los cristales, muy numerosos y muy variados, presentan á primera vista muchas analogías entre sí; sin embargo, unos, como los de la ortosa, se derivan de un prisma romboidal oblícuo, y otros como los de la albita, de un prisma oblícuo, de base de paralelogramo oblicuángulo. En la primera série, hay dos esfoliaciones que se encuentran en ángulos rectos; en la segunda hay tres que se cruzan en otros ángulos.

Ortosa.—Los cristales de ortosa, 3 *Al Si*^{3} + K *Si*^{3}, bastante comunes en la diversas especies de granito, son algunas veces prismas romboidales, simples ó modificados, *fig.* 434, 435; pero las mas, prismas exágonos irregulares terminados por vértices diedros y diversamente modificados, *fig.* 436, 437, 438, 439, algunos muy complicados. Hay tambien muchos cristales agrupados.

Se encuentra igualmente la ortosa en formas globulosas, engastadas en la ortosa compacta, mas ó menos enturbiada con materias estrañas, de la cual puede separarse algunas veces. Estos glóbulos, en ciertos casos bastante gruesos, son generalmente estriados del centro á la circunferencia. Por lo demas, esta sustancia se halla en masas laminales, divisibles en placas mas ó menos densas, en masas lamelares, esquistosas, compuestas de hojitas compactas mas ó menos densas, separadas muchas veces por puntos micáceos; en masas granugientas de granos finos, y finalmente, en el estado compacto.

Naturalmente blanca, la ortosa se colora de diversas maneras por la mezcla de sustancia muy variadas. Algunas veces es límpida, pero las mas opaca; en el primer caso presenta en algunas circunstancias reflejos nacarados muy agradables.

Albita.—Los cristales de albita, 3 *Al Si*^{3} + *Ca Si*^{3}, generalmente mas pequeños que los de ortosa, presentan tambien prismas de vértices diedros, pero modificados desigualmente en las aristas ó en los ángulos, *fig.* 440, 441, 442, 443, lo cual demuestra su relacion con el sistema oblícuo oblicuángulo. Muchas veces estan agrupados en direccion inversa por las caras laterales, y las del vértice forman entonces entre sí ángulos entrantes muy abiertos.

Se encuentra tambien la albita en masa laminar, algunas veces hojaldrada, en masa lamelar, granugienta, en ocasiones fibrosa y palmada, ó finalmente, en masa compacta.

Petalita.—Es tambien una sustancia de la misma fórmula que las anteriores, que contiene litina, 3 Al Si^3 + L Si^3. Se halla en masa laminar que se esfolia en prismas cua-

driláteros, y que tiene una gran analogía esterior con la ortosa. No se la ha encontrado mas que en trozos aislados en Utó en Sudermania. Al parecer pertenece á los depósitos de pegmatita.

La petalita es una de las sustancias de que puede estraerse la litina; pero se emplea mas particularmente para el efecto una materia que la acompaña, que se designa con el nombre de *trifana*, y que contiene 8 á 9 por 100 de ella. La trifana es lamelar, de color verdoso, de un brillo craso y algo nacarado; es fusible al soplete, y tratada con la sosa en la hoja de platina, mancha fuertemente el metal.

Carnatita.—En esta sustituye la cal á los álcalis en su composicion, $3\ Al\ Si^3 + Ca\ Si^3$; pero no se conocen mas que en pequeños cristales rectangulares de esta materia, que, por lo demas, parece entrar en la composicion de los granitos y de los gneiss de Coromandel. Esta sustancia se diferencia de las anteriores en que es atacable inmediatamente por los ácidos, como la siguiente.

Labradorita.—Hállanse aqui los mismos elementos que en la carnatita; pero en otras proporciones, $3\ Al\ Si + Ca\ S^3$, muchas veces con algo de sosa y de potasa. La materia es tambien atacable inmediatamente por los ácidos. Se encuentra en la costa de Labrador, en la parte mas septentrional de América, en pedazos aislados, susceptibles de esfoliaciones inclinadas prismáticas; ofreciendo entonces hermosos reflejos de colores variados, que se cambian con la inclinacion de la piedra con relacion al ojo. Forma tambien la base de ciertos basaltos, de ciertas lavas, que son por lo tanto fácilmente atacados por los ácidos.

Riacolita.—Ofrece tambien una fórmula análoga á la anterior, $3\ Al\ Si + (Na, K)\ Si^3$, en que la cal está reemplazada por la sosa y mas ó menos potasa. La sustancia se halla muchas veces en cristales de un brillo particular, que se han designado con el nombre de *feldspatos vítreos*, y que tienen tambien mucha analogía con los de ortosa y albita; estan diseminados en las traquitas compactas ó térreas, de las

cuales se separan fácilmente algunas veces, ó en diversas especies de pórfidos, y particularmente en las materias vítreas, que vamos á estudiar con el nombre de perlita, etc.

§. 275. *Lecho.*—La ortosa se halla muchas veces diseminada en las diversas rocas, simples ó compuestas, de los terrenos de cristalizacion, en cristales mas ó menos voluminosos, frecuentemente puestos al descubierto y aislados por la disgregacion de las materias que les rodean, de las cuales se les puede entonces separar fácilmente. Se encuentra tambien muchas veces en cristales muy claros en las cavidades y las fisuras de estas rocas.

Ya hemos señalado la ortosa como parte constituyente, esencial de diversas especies de *granitos* y de *gneiss*, §. 160, *nota*, que son las rocas principales de los grandes depósitos de cristalizacion. Reúnese tambien á la amfíbola, y forma otra roca que tiene mucha analogía, á primera vista, con el granito, y que se llama *sienita*. Esta constituye tambien depósitos muy grandes, ó filones en las demas rocas. Finalmente, la ortosa, ligeramente granuda y mezclada con mica, forma la roca compuesta llamada *leptinita*, que se distigue en granitoides y esquistosa.

En el estado compacto, la ortosa forma tambien capas ó montones considerables. Muchas veces se encuentra llena de glóbulos estriados, que se dibujan en las masas con un tinte diverso, y que se notan especialmente cuando estan en una pasta colorada. De aqui resulta lo que se llama *variolitas*, porque en la superficie de los pedazos rodados forman los globulitos blanquecinos una elevacion como las pústulas de la viruela. En otras partes, en vez de glóbulos diseminados en una masa compacta, se ven cristales, ya de ortosa, ya de albita, que forman en la pasta manchas paralelográmicas. Entonces resultan *pórfidos*, que se distinguen por el color de su fondo: los hay oscuros, rojos, verdes, negros, etc. Los cristales diseminados son unas veces grandes, otras pequeños, muchas blancos, y en todos los casos de un tinte menos subido que el resto de la masa. Los pórfidos son tambien rocas muy comu-

nes, no solo en las grandes formaciones cristalinas, sino tambien en ciertos depósitos de sedimento, al través de los cuales se han abierto paso.

La albita presenta casi las mismas circunstancias que la ortosa; se la encuentra en cristales en las fisuras de las rocas graníticas, particularmente de las protoginas, §. 265, ó bien engastada en ciertos pórfidos de base de ortosa. Constituye tambien diversas rocas, agregándose á otras sustancias: reunida á la *amfíbola*, forma las *dioritas*, rocas muy análogas á la sienita, que por la íntima mezcla de sus elementos, pasan á materias compactas, verdes ó negras, de aspecto homogéneo, que se hallan en filones en los depósitos cristalinos ó sedimentarios, en montones, ó bajo la forma aparente de capas. Estas dioritas compactas son las que forman la pasta de las diversas variedades de pórfidos verdes. La oligoclasa, segun Mr. G. Rose, reemplaza á la albita en las dioritas del Oural.

La albita, mas ó menos mezclada con otras especies feldspáticas, forma en ciertos paises la mayor parte de las rocas, que por su aspereza se designan con el nombre de *traquita*, y que han producido derrames considerables en la superficie del globo. Las traquitas de Hungría son de esta especie, asi como tambien las de los Andes, de donde ha venido á la roca el nombre de *andesita*.

La labradorita se halla en el mismo caso que la ortosa y la albita. Se encuentra asociada á la *dialaga* ó á la *esmaragdita*, y forma una parte de las rocas llamadas *eufotidas*, algunas de las cuales, sin embargo, son de base de albita. Constituye con la *hiperstena* una roca llamada *hiperita*, abundante en los montes Ourales; asi como la *oligoclasa*, asociada á la misma materia, forma rocas análogas en el cabo Lizard en Cornouailles. Finalmente, reunida al piroxeno la labradorita constituye la *dolerita*, roca análoga á la diorita y á la sienita, ya granitoides, ya compacta, y que presenta entonces por una parte los *basaltos*, y las mas de las lavas, y por otra los pórfidos de pasta negra que se llaman *meláfiros*.

La riacolita, en cristales diseminados en muchas rocas porfíricas, constituye tambien algunas veces enteramente las rocas de los derrames traquíticos, formando de este modo la pasta de las traquitas de la Auvernia, de Siebengebirge, etc.

§. 276. *Usos.*—Ciertas variedades de ortosa, que presentan mas ó menos trasparencia, con reflejos nacarados, se usan en la joyería con el nombre de *piedras de luna*, de las cuales las mas bellas vienen de Ceilan. Llámase *piedras de sol* una variedad análoga, llena de pajitas de mica diseminadas, que es mucho mas rara y de un precio muy subido. Se usa un feldspato laminar de un hermoso color verde, conocido con el nombre de *piedra de las amazonas*, para objetos de adorno, como cajas, zócalos, péndolas, etc. Las hermosas variedades cambiantes de labradorita sirven para los mismos usos. Se usan tambien muchas rocas feldspáticas compuestas, como el granito, para los mojones, para las aceras en las grandes ciudades á donde pueden trasportarse fácilmente. Esta misma roca, así como tambien las sienitas y los pórfidos de diversas especies, se han usado por los antiguos para construir columnas, baños, urnas sepulcrales, mesas, placas, etc., que se ven todavia en los edificios modernos, y son los que se llaman con bastante impropiedad *mármoles duros*. Apenas se hace uso de estos objetos en el dia para la fabricacion, á causa de los grandes gastos que exigen las materias para ser talladas y pulimentadas; solo se hacen algunas placas, dinteles, columnitas y vasos que aun se compran rara vez á causa de su escesivo coste. Una de las mas hermosas materias de este género es la que se llama *granito orbicular de Córcega*. Es una roca de feldspato y de amfibola verde entremezcladas, en la cual se dibujan gruesos glóbulos radiados y de capas concéntricas, formadas de estas mismas materias. El llamado *pórfido orbicular de Córcega* es un feldspato compacto, amarillento ó pardusco, en que se hallan tambien gruesos glóbulos de la misma sustancia, radiados del centro á la circunferencia; pero, aunque esta materia es indudable-

mente muy hermosa, es sin embargo muy inferior á la primera. Se podria usar el feldspato atendiendo á su fusibilidad, para fabricar vidrio blanco en ciertas localidades; ignoramos, sin embargo, que se haya usado bajo este punto de vista; pero se emplean las *perlitas* de que hablaremos ahora, y los vidrios blancos que producen son muy sólidos.

§. 277. *Apéndice á los feldspatos.*—Hemos tenido que colocar aqui muchas materias, cuya composicion se conoce mal, pero que contienen casi los mismos elementos que los feldspatos, y que, como estas sustancias, son fusibles en esmalte blanco. Tales son las que se designan con los nombres de *obsidiana, marekanita*, *perlita*, *esferolita* y *pomez*, todas las cuales pertenecen á los depósitos traquíticos; asi como la *retinita* y sus diversas modificaciones litoideas, que se hallan en filones ó en montones en los terrenos inferiores de sedimento.

Las obsidianas son materias vítreas, negras las mas veces, que se hinchan casi siempre mucho al fuego, y que en la naturaleza pasan á piedra pomez hinchada. La perlita es una materia de estructura testácea, mas ó menos nacarada, y que ofrece una naturaleza vítrea. La marekanita se presenta en glóbulos mas ó menos vítreos en la perlita, y la esferolita se halla en ella en glóbulos litoideos, estriados del centro á la circunferencia. La piedra pomez pertenece á estas dos materias, y ademas á otras muchas rocas traquíticas. Existe especialmente en fragmentos mas ó menos voluminosos, que forman depósitos muy considerables llamados *conglomeraciones de piedra pomez*, muchas veces conducidos por las aguas, alrededor de grupos de traquitas.

Las retinitas son en su principio materias vítreas que se hallan en las areniscas ulleras y en la arenisca roja, §. 160 *nota*, y en relacion con derrames porfíricos. Nunca pasan las retinitas á piedra pomez, pero sí á materias litoideas, á melafiros, etc.

§. 278. *Descomposicion natural.*—Las materias feldspáticas, como tambien muchas de las que hemos puesto por apéndice, se hallan asimismo en la naturaleza en el es-

tado de descompocicion y reducidas á materias térreas. No se verifica solo una disgregacion, porque ha habido sustraccion de un silicato de potasa, que en la ortosa ó en la albita es de la fórmula $K\ Si^9$ ó $Na\ Si^9$, de modo que queda un silicato simple $Al\ Si$. Pero es de notar que el primero de estos silicatos es soluble en el agua á 200 grados; y que esta temperatura descompone el feldspato en dos cuerpos, el uno insoluble $Al\ Si$, y el otro soluble. Esta advertencia importante bajo el punto de vista teórico, puede hacer concebir la idea de que no se hace diariamente la descomposicion, como se ha creido, y que se ha efectuado en lo interior de la tierra antes de haberse elevado estas masas, bajo la presion de unas quince atmósferas.

Sea de esto lo que quiera, la ortosa, la albita, y la piedra pomez, se descomponen con frecuencia, y producen sustancias bastante análogas entre sí, que se llaman en general *kaolin*, que es la especie de arcilla que se usa para la fabricacion de la porcelana en Francia. Hay grandes depósitos de kaolin en el Lemosin, especialmente en las cercanías de Saint-Irieix, que son los que surten á las numerosas fábricas del pais. La porcelana, que es el objeto mas hermoso de alfarería, tiene por cubierta ó barniz el feldspato mismo no alterado, que se designa entonces con el nombre de *petonce*.

En algunas localidades ha esperimentado la piedra pomez modificaciones mucho mayores aun, y se han formado nuevos compuestos. Asi es, que las tobas pomizas que han cubierto á Herculano y las que forman la masa del Pausilippo, estan convertidas en parte en una especie de alofana, que podria ser muy útil para la preparacion del alumbre.

Género granate.

§. 279. Se llaman *granates* unas materias que cristalizan en el sistema cúbico, y generalmente en dodecaedros romboidales ó en trapezoedros; que son susceptibles de rayar el cuarzo; que son fusibles al soplete, y que presentan una misma fórmula de composicion, aunque los unos son de

base de cal, y los otros de base de protóxido de manganeso, etc. Muchas veces todos estos compuestos estan mezclados entre sí en un mismo cristal, y por consiguiente sus colores son muy variados. Comunmente ofrecen tintes rojos mas ó menos subidos, que pertenecen particularmente á la *almandina*; pero hay tambien granates amarillentos ó verdosos, que son, las mas veces *grosularios*, ó bien oscuros y negros, que constituyen la *espesartina* y la *melanita*.

Los granates estan casi siempre cristalizados, y entonces se hallan abundantemente diseminados en las diversas rocas de cristalizacion, principalmente en los micasquistos, los gneiss, las pegmatitas, los esquistos arcillosos, las rocas serpentinosas, y los calcáreos inmediatos á los terrenos de cristalizacion. Se hallan tambien en los terrenos traquíticos, basálticos y volcánicos modernos; en estos últimos, son las mas veces granates de base de peróxido de hierro, esto es, la especie llamada *melanita*. Se encuentra tambien el granate en pequeñas masas granugientas, y aun en el estado compacto y litoideo: entonces constituye algunas veces pequeñas capas en medio de los micasquistos.

Los granates de los diversos tintes rojos son muy buscados por los fabricantes de quincalla; los que tienen un color rojo de fuego, ó violados, los de un hermoso tinte aterciopelado, se designan con el nombre de *granate sirio*, *granate oriental*, y forman probablemente lo que los antiguos llamaban *carbunclo*; los que son de un rojo mas ó menos anaranjado se han designado con el nombre de *jacintos*. Todas estas piedras son por lo general muy costosas.

Idocrasa.

§. 280. Las idocrasas son materias de la misma composicion que los granates, pero que se diferencian por el sistema de cristalizacion, que es entonces el prisma cuadrado. Lo mismo que los granates, las hay de diversas bases, pero

que estan siempre mas ó menos mezcladas. Por lo general son de base de cal y de protóxido de hierro, y verdes ú oscuras; ; algunas veces de base de magnesia, y entonces son blancas ó amarillentas ; otras de base de óxido de cobre, presentando un tinte azul, que ha hecho se les dé el nombra de *ciprina.*

Estas materias , que se conocen por lo general cristalizadas , pero que se hallan tambien en masas bacilares, fibrosas, granugientas y compactas, se encuentran en los mismos lechos que los granates, y frecuentemente con ellos. Hay muchas en los trozos de dolomia que existen en las tobas pomizas, de que está rodeada la base del Vesubio, ó lo que se llama *Somma*. Algunas veces forman , lo mismo que el granate, capas delgadas en medio de los micasquistos, y principalmente en el Piamonte.

Género Epidota.

§. 281. Las epidotas se dividen en dos especies , de las cuales la una , la *zoisita* , de base de cal , es agrisada , y la otra, la *tallita* , de base de protóxido de hierro , es de un verde oscuro. Esta es la mas comun , y se encuentra con mucha frecuencia en los terrenos graníticos alpinos. Preséntase por lo comun en prismas prolongados , las mas veces agrupados los unos sobre los otros , y formando masas bacilares que llenan las fisuras de las rocas. Se halla tambien á veces en filamentos sumamente delgados, que forman una especie de amianto ó de asbesto, que se ha llamado algunas veces *amiantoides*. En el estado compacto se mezcla en ocasiones con el cuarzo, y constituye capas ó montones mas ó menos considerables. Forma tambien pequeños nidos , diseminados en las rocas y riñoncitos en las amigdaloides de diversas localidades.

Esta sustancia se conoce casi en todos los paises ; pero en Francia , las inmediaciones de la aldea de Oisan han suministrado hermosas masas bacilares. En Suecia y en Noruega, las minas de hierro , que pertenecen á las forma-

ciones cristalinas, han presentado muchas veces hermosos cristales mas ó menos voluminosos.

Esmeralda.—Berilo, aguja marina.

§. 282. Sustancia vítrea, que raya el cuarzo y que es rayada por el topacio, cristalizando en prismas de base de exágono regular.

Es fusible al soplete en esmalte blanco, y contiene glucina.

Esta sustancia se halla generalmente cristalizada, dominando siempre en ella el prisma exágono. Este prisma termina muy rara vez por pirámides, pero muchas se encuentra desfigurado y se hace cilindroídeo.

Los colores son variados; hay esmeraldas límpidas ú opacas y descoloridas; otras son amarillas, verde-botella y azuladas. Rara vez presentan un hermoso color verde, el cual es debido entonces al óxido de cromo.

Lecho.—La esmeralda se halla en general diseminada; pertenece particularmente á la especie de granito llamado pegmatita. Algunas veces se la encuentra en los gneiss. La hermosa esmeralda verde se halla en el Perú, en un esquisto arcilloso mezclado con calcáreo. Muchas veces se encuentra la esmeralda fuera de su sitio natural en depósitos areniscos que provienen de la destruccion de las rocas que acabamos de indicar. Es una materia bastante comun, que se halla en Francia en gran cantidad en las pegmatitas del Lemosin; no es raro encontrarla en el pais en pedazos rotos en los montones de piedras reunidas para componer los caminos.

Usos.—Se usa para la joyeria la esmeralda verde del Perú, ciertas variedades azuladas, que se llaman *agujas marinas*, y las variedades verde-amarillentas llamadas *berilo.* La primera es la única que vale algo, y hasta es de mucho valor cuando siendo muy grande no tiene ningun defecto.

B. *Silicatos aluminosos dobles hidratados, de base calcárea ó alcalina.*

§. 283. Todas las materias de este grupo tienen entre sí mucha analogía, y al principio se confundieron con el nombre de *zeolita*, porque se fundian al soplete con efervescencia. Todas producen agua por medio de la calcinacion, todas son solubles en los ácidos, ya en frio, ya en caliente, y la mayor parte son de base de cal. Por lo general son blancas, y solo algunas veces estan teñidas de rojo por su mezcla con peróxido de hierro. Su dureza es poco considerable, porque casi ninguna de ellas raya el vidrio.

Bajo el punto de vista de la cristalizacion, solo una de estas sustancias, la *analcima*, pertenece al sistema cúbico, y presenta la mayor parte de sus modificaciones; otra, la *chabasia*, se halla en romboedros, y la *hidrolita* en prisma exágono regular. Dos, la *escolecita* y la *tomsonita*, pertenecen al prisma de bases cuadradas; muchas al sistema recto rectangular, como que la *estilbita* y la *mesotipa*; y otras al sistema recto prismático oblícuo, como la *laumonita*, la *heulandita* y la *brewsterita*. Se puede, pues, distinguirlas en muchos grupos cuando se hallan cristalizadas; pero se encuentran frecuentemente en pequeñas masas fibrosas, y no hay entonces otro medio que el analisis para caracterizarlas.

Añádase ahora que estas materias se hallan en el mismo lecho, y que muchas veces estan reunidas entre sí. Por lo general pertenecen á las amigdaloides, á los basaltos y á las tobas basálticas, cuyas células llenan.

Sin embargo, algunas se hallan tambien en las fisuras del granito protógino, como la estilbita y la laumonita, ó en los filones metalíferos que presentan las sustancias que acabamos de citar: lo mismo sucede con la harmotoma y la brewsterita.

Las mas comunes de estas materias son la mesotipa, la escolecita, la analcima, la chabasia y la estilbita. Estas

son tambien las que con mas frecuencia se hallan en las colecciones.

C. *Silicatos aluminosos cloríticos.*

§. 284. Las sustancias, cuyos colores han hecho que se las designe con los nombres de *cloritas* y de *tierras verdes* son, unas silicatos aluminosos combinados con silicatos de bases de un átomo de oxígeno, al paso que otras estan formadas únicamente de estos últimos. Las mas contienen protóxido de hierro, al cual deben sus colores, pero que no es absolutamente esencial para su composicion. Todas son hidratadas ó hidratíferas.

Entre las cloritas se ha distinguido recientemente la *pennina* y la *clorita exagonal*, que estan regularmente cristalizadas las dos en el sistema romboédrico, y que constituyen dos especies distintas. La pennina se halla en romhoedros agudos, muchas veces truncados profundamente en el vértice, que se han confundido con frecuencia con prismas triangulares; la otra especie está en láminas exagonales. La primera, que se halla en el mas alto grado de dicroismo, se encuentra en los esquistos micáceos ó cloríticos de los alrededores del monte Rosa, al pie del Simplon, en el valle de Rinnen, como igualmente en Findelen, cerca de Zermalt. La clorita exagonal acompaña al granate y al piróxeno del valle de Ala en el Piamonte, y se halla frecuentemente en las fisuras de la especie de granito alpino, que se ha llamado protogino; dícese que la hay tambien en los Pirineos. La *ripidolita* está en cristales delgados, poco determinables, soldados entre sí, y formando una especie de pezoncillos. Tiene diversas analogías esteriores con las sustancias anteriores, y lo mismo que ellas, se ha confundido por mucho tiempo con las micas.

Las materias verdes, designadas con los nombres de *hisingevita* y de *siderosquisolita*, no presentan mas que indicios de cristalizacion en agujitas, cuya forma es poco determinable: la una viene de Sudermania, se halla disemi-

nada en los calcáreos, y la otra del Brasil, con la pirita magnética.

§. 285. Las tierras verdes aluminosas, verde amarillenta ó verde azulada, son materias mas ó menos térreas. que no presentan ningun indicio de cristalizacion, y cuya composicion es totalmente desconocida bajo el punto de vista de la cantidad relativa de los elementos, ofreciendo cada analisis una composicion diferente, en cierto modo. Se hallan en riñones mas ó menos voluminosos en las rocas amigdaloides, en las cuales cubren algunas veces con una capa mas ó menos densa los riñones zeolíticos y silíceos. Preséntanse tambien, aunque rara vez, en formas tomadas de los minerales cristalizados, y especialmente del piróxeno. Se las halla igualmente en los terrenos de sedimento; son abundantes y se encuentran en granitos diseminados en las arenas que anuncian la creta, por cuya razon se las llama *arenas verdes*, asi como tambien en las partes inferiores de esa variedad de calcáreo, que se llama entonces *creta clorítica*, §. 249 (1). Existen ademas en la base de los calcáreos parisienses, ya en pequeños depósitos arenosos entre sus capas, ya diseminadas. Muchas veces sucede en estos diversos depósitos sedimentarios, que las tierras verdes estan totalmente privadas de alúmina, perteneciendo por lo tanto á los silicatos no aluminosos.

Tas tierras verdes se han usado algunas veces en la pintura por los bellos efectos que producen; la mas nombrada es la *tierra de Verona*, que, molida y lavada, da un hermoso color, que es muy buscado.

§. 286. La *pimelita* y la *carfolita* son materias análogas á las anteriores por el género de composicion; la primera es compacta, de un verde esmeralda cuando es pura,

(1) Se llaman tambien cloritos, á causa del color verde de las materias que constan de hojitas sobrepuestas: los mas son anhidros, y se colocan tambien entre las micas.

lo cual es debido á un silicato de nickel que entra en su composicion. Acompaña á la sílice crisoprasa de Kosemuta en Silesia.

La *carfolita* es una sustancia fibrosa, de color de paja, á cuya circunstancia debe su nombre, y en la que el protóxido de manganeso reemplaza al protóxido de hierro que se encuentra en las demas especies del grupo. Se halla en el granito de Schalakenwald, en Bohemia, donde está acampañada de fluor.

D. *Alúmino-silicatos.*

§. 287. Aqui no basta solo la sílice para saturar los demas óxidos, segun las leyes conocidas, y hay que suponer que la alúmina misma desempeña las veces de ácido en los compuestos, como hemos visto en otros casos, §. 156.

No mencionariamos este grupo si dos sustancias, que se hallan comprendidas en él, á saber, la *chamoisita* y la *berthierina* no presentasen menas de hierro esplotadas. La primera forma lechos en el calcáreo de la montaña de Chamoison en el Valais, y en las inmediaciones de Quintin en Bretaña; la otra está mezclada, y muchas veces en cantidad bastante considerable, en las menas de hierro en granos de la Champagne, y particularmente en las de Hayange (Mosela). Las dos se hallan en granos de un color gris verdoso y de un negro azulado, y ambas son atraibles por el iman.

E. *Silicatos aluminosos dobles, fluoríferos, ó diversas micas.*

Producen indicios del fluor en el tubo de vidrio por la fusion con la sal de fósforo.

§. 288. Se han llamado micas (de *micare*, brillar) unas materias susceptibles de dividirse en hojitas elásticas, tan delgadas, que se las puede desgarrar, y cuyas superficies son siempre muy brillantes; pero bajo estos caractéres po-

co importantes, se confunden seguramente tambien un número bastante considerable de sustancias muy diversas, asi como se colocaban tambien entre ellas, hace poco tiempo, la pennina, la clorita exagonal y la ripidolita.

Hay micas que no tienen mas que un eje de doble refraccion, atractivo en unas, y repulsivo en las demas, §. 95; y otras, por el contrario, que presentan dos ejes con diversos grados de separacion. Estos caractéres, fáciles de observar, porque las hojitas son naturalmente perpendiculares al eje, ó á la línea media de los ejes, indican diferencias esenciales de cristalizacion, y necesariamente especies diversas.

No menos diferencias presenta la composicion; ciertas micas contienen litina, otras potasa y una cantidad mas ó menos considerable de magnesia; ademas, en el mayor número de analisis que conocemos, es necesario hacer una infinidad de divisiones y subdivisiones respecto de las cantidades relativas. Hay algunas, que son entonces negras ó de un color muy subido, en las cuales se halla una gran cantidad de peróxido de hierro, que reemplaza al parecer á la alúmina.

El fluor, que no sabemos qué papel desempeña aqui, se encuentra tambien en cantidad variable, desde 4 milésimos hasta 80: y, sin embargo, no falta en ninguno de los análisis, recientemente hechos, ni en ninguna de las micas sometidas á los ensayos, §. 122, 6.º

Los micas magnesianas son por lo general mas suaves al tacto que las demas, y menos elásticas: en algunas especies parece que hay un eje; pero en la mayor parte, sin embargo, se observan dos.

Las micas de base de litina se han designado frecuentemente con el nombre de *lepidolita*, porque las pequeñas masas que presentan estan compuestas por lo general de laminillas muy brillantes, nacaradas, blancas, rosadas, violáceas y verdosas, y se las ha comparado á las hojas que tienen las alas de las mariposas.

Muchas veces se halla tambien cristalizada la mica, pero

casi nunca en cristales limpios: algunos al parecer presentan prismas exagonales regulares, y otros estan en prismas romboidales, casi siempre oblícuos. Algunas veces estan reunidos los cristales en masas globulares, que se hallan como compuestas de hojas brillantes mas ó menos estensas; otras constituyen lo que se llama *cloritas escamosas*, compuestas de laminillas, mezcladas ó reunidas de modo que forman fibras ó disposiciones palmares. Finalmente, la mica se halla algunas veces en grandes hojas parecidas á los vidrios de las vidrieras.

Los colores de las materias micáceas varian del negro al verde oscuro, al verde claro, al pardo y al rojo, y del blanco al agrisado, al amarillento, al rosa, al violado, etc.

Yacimiento y usos.—La mica pertenece esencialmente á los terrenos de cristalizacion: entra en la composicion de los granitos, de los gneis, de los micasquistos, de los hialomictos, de los leptinitos, §. 155, 265, 275, y forma, mediante la acumulacion de una multitud de pagitas colocadas de plano, la mayor parte de los esquistos arcillosos; distinguiéndose estas pagitas hasta en la pizarra. Hállasela frecuentemente en cantidades mas ó menos grandes, en los calcáreos que estan encajados en los terrenos de cristalizacion, §. 249, y tambien en los traquitos, los basaltos y las tobas basálticas.

Casi todas las materias arenosas de los depósitos de sedimento contienen pagitas de mica diseminadas que se distinguen por su brillo argentino ó dorado, y que el vulgo ha tomado algunas veces por plata ú oro: las arenas mismas de los últimos depósitos terciarios, se hallan en ciertos puntos llenas y como formadas de estas pagitas.

La mica es poco usada; solo sus grandes láminas se emplean para vidrieras en los barcos de la marina rusa, y con este motivo se hace una grande esplotacion de ella en Siberia. Por lo demas, la mica, y particularmente la variedad llamada lepidolita, es la que forma los polvos brillantes, argentinos, dorados, rosáceos, de que se hace uso para secar la escritura.

F. *Silicatos aluminosos dobles boríferos.*

§. 289. Estas especies de silicatos son poco numerosas; pero hay entre ellos una sustancia que no podemos pasar en silencio: esta sustancia es la *turmalina*, conocida de muy antiguo con el nombre de *chorlo eléctrico*, y una de las que adquieren por medio del calor la electricidad polar, esto es, la electricidad positiva en una de las estremidades, y la negativa en la otra.

Esta sustancia se halla siempre cristalizada, ya de un modo regular, ya en cristales deformes, aislados ó agrupados en masa bacilar; su fractura es vítrea, y no presenta indicio alguno de esfoliacion. Los cristales, entre los cuales los hay muy voluminosos, pertenecen al sistema romboédrico, y son notables por su falta de simetría geométrica, §. 55, 2.º Los prismas exágonos que presentan suelen no estar modificados mas que en tres aristas laterales, *fig.*; y 444 los vértices son siempre diferentes uno de otro, 445, 446, 447, 448, presentando el uno, por ejemplo, un romboedro simple, y el otro un romboedro profundamente modificado en el ángulo culminante ó en las aristas que á él concurren. La turmalina es al mismo tiempo la sustancia mas notable bajo el punto de vista de la propiedad de estinguir una de las dos imágenes producidas por la doble refraccion, efecto que produce por muy poco espesor que tenga, aun en las variedades de bastante trasparencia, §. 89.

La turmalina raya el cuarzo, pero es rayada por el topacio. Algunas de sus variedades son difíciles de fundir.

La composicion de la turmalina es tan poco conocida como la de las micas; el ácido bórico, que se encuentra en todas las analisis, varia desde un centésimo hasta nueve; sin que todavía se sepa qué papel desempeña en la composicion. En ciertas variedades hay litina, en otras potasa ó sosa, á veces dos de estos álcalis, y con frecuencia cal,

magnesia, óxidos de hierro y de manganeso; todo sin que pueda establecerse una fórmula de composicion comun.

Hay turmalinas de todos colores : azules, verdes, mas ó menos oscuras, encarnadas y negras. Las variedades azules se llaman *indicolitas*, y las encarnadas *rubelitas*; unas y otras contienen litina, y suelen estar mezcladas en un mismo cristal, por medio de agregaciones alternativas. Las variedades negras no contienen al parecer mas que sosa y potasa, en ellas es donde se encuentra mas magnesia.

La turmalina negra es la mas comun, y se halla diseminada en todas las rocas cristalinas. Las variedades azules y verdes pertenecen particularmente á los depósitos de pegmatitas, si bien se hallan tambien en ellos las negras en igual abundancia; las dolomias de San Gotardo nos presentan turmalinas de un hermoso color verde claro, que no se encuentran en ninguna otra parte. Los detritus de las rocas de cristalizacion contienen tambien muchas turmalinas, y de ellos es de donde principalmente se estraen las que se emplean en la bisutería: nos vienen talladas del Brasil, y á veces de Ceilan, donde se las recoge en los arroyos al mismo tiempo que los corindones y las espinelas.

Estas especies de piedras son por lo general poco estimadas en la joyería; y efectivamente, la mayor parte de ellas no producen efecto alguno por ser casi siempre muy turbias; sin embargo, algunas variedades azules, verdes y encarnadas, suelen ser bastante claras y trasparentes para imitar hasta cierto punto el zafiro, la esmeralda y el rubí, y cuando son asi, adquieren bastante estimacion; la última especialmente, cuando es de una hermosa tinta y no tiene manchas ni fibras, lo cual es muy raro, se vende tan cara como el mismo rubí.

§. 290. La *axinita*, notable por sus cristales cortantes en figura de hacha, á que debe su nombre, y por su color violado que debe al manganeso, es una bella sustancia para las colecciones, especialmente la de las variedades que pro-

vienen del Oisan, donde se la encuentra en las fisuras de los protóginos.

G. *Silicatos aluminosos dobles sulfuríferos.*

§. 291. Una de las circunstancias notables de la composicion de los silicatos, es la existencia de los sulfatos en unos, y la de ciertos sulfuros en otros, como la helvina y la ultramar. Estas materias se hallan sin duda en estado de combinacion, y hacen de elementos electro-positivos, como en el kermes mineral, §. 172, y en varios compuestos de nuestros laboratorios.

La mas notable de las especies de este grupo es la *ultramar*, llamada tambien *lapis lázuli* ó *lazulita*: es una materia de un azul mas ó menos intenso, que raya el vidrio, y se presenta á veces en cristales dodecaedros romboidales; fusible en una especie de vidrio blanco, y soluble en los ácidos con pérdida de su color.

Esta materia pertenece á los terrenos graníticos: existe en Siberia cerca del lago Baikal, en la Buccaria, en el Thibet y en muchas provincias de la China; es muy buscada y siempre de un precio subido, cuando se halla en masas de alguna consideracion. Se la emplea, tallada en piezas ajustadas unas con otras, para ornamentos interiores de capillas y otros objetos; eligiendo unas veces las variedades de tintas uniformes, otras las que se hallan mezcladas con partes blancas, y otras las que estan llenas de piritas inalterables, §. 192, y que destacándose con su color amarillo de oro sobre el fondo azul, producen un bello efecto.

§. 292. La *hauina* es tambien una sustancia azul, que cristaliza en dodecaedros romboidales, y que pierde su color por la fusion y por la disolucion en un ácido; pero se encuentra en ella ácido sulfúrico enteramente formado, y alumina en diferentes proporciones. Esta sustancia se halla en pequeños nidos ó en cristales diseminados en las lavas,

en los basaltos, en las tobas basálticas, y en ciertas rocas traquíticas.

SILICATOS NO ALUMINOSOS.

Su disolucion no da con el amoniaco precipitado gelatinoso atacable por la potasa, pero precipita de diversos modos con los diferentes reactivos.

§. 293. Entre los cuerpos que corresponden á este grupo, debemos fijar especialmente la consideracion en los silicatos magnesianos, anhidros ó hidratados, como el *peridoto*, el *talco*, las *serpentinas*, las *dialagas*, la *esteatita* y la *magnesita*, que son muy comunes en la superficie del globo. Tenemos tambien algunos silicatos dobles, como la *diopida* y la *hedendergita*, que forman lo que se llaman *piroxenos*, asi como la *tremolita* y la *actinota*, que suelen reunirse bajo el nombre de *amfibola*; sustancias todas muy comunes tambien en las rocas cristalinas. Añadiremos la *calamina*, como mena de zinc, el *zircon*, que se emplea en la joyería, la *gadolinita*, donde por primera vez se ha encontrado la *yttria*, la *cererita*, con la cual se prepara casi siempre el *céreo*, y la *thorita*, que contiene el óxido de thorinio.

Peridoto.—Olivina, crisolita de los volcanes.

§. 294. Sustancia vítrea, las mas veces verde, que raya difícilmente el cuarzo, infusible al soplete, que cristaliza en prismas rectangulares diversamente modificados, pero que casi siempre se encuentra en pequeños riñones de estructura granuliforme, ó en granitos irregulares diseminados.

El *peridoto* se encuentra en riñones, bastante gruesos á veces, y en granos diseminados en el basalto, roca de la cual es hasta cierto punto característico; y de ello nos ofrecen multitud de ejemplos los basaltos de la Auvernia, del Velay, y sobre todo del Vivarais. Rara vez se le encuentra

en las lavas, y no existe, ni en las rocas traquíticas, ni en los terrenos de granito; pero se le halla en las cavidades del hierro meteórico de Siberia, §. 157, y aun muchas piedras meteóricas contienen algunos granos de esta sustancia.

El *peridoto* se emplea alguna que otra vez en la joyería, y aunque en general es una piedra poco estimada, cuando está bien tallada, no deja de ser bastante agradable.

Talco, esteatita y magnesita.

§. 295. *Talco.*—Sustancia verdosa, blanquizca ó pardusca, hojosa las mas veces, susceptible de dividirse en láminas delgadas mas ó menos trasparentes, las cuales ofrecen dos ejes de doble refraccion; es bastante semejante á la mica, pero se diferencia químicamente de ella por la falta de la alumina, y físicamente en que es suave y untuosa al tacto, y en que sus hojuelas son menos elásticas. Esta materia se raya fácilmente con la uña, y se funde al soplete, con mucha dificultad.

Se observa tambien el talco en pequeñas masas compuestas de escamas; otras veces es compacto; pero entonces suelen confundirse bajo este nombre ciertas esteatitas que se diferencian del talco por contener agua.

El talco no forma grandes masas; hállase en montones y aun en filones en diferentes rocas de cristalizacion, y en los calcáreos que estan enclavados en ellas. Debe advertirse que es frecuente designar con este nombre las micas muy magnesianas que se encuentran en los protoginos de los Alpes, y á las cuales se refiere todo lo que se ha dicho de alco cristalizado.

§. 296. *Esteatita.*—La esteatita, llamada tambien *creta de Brianzon*, es una sustancia sumamente untuosa y grasienta al tacto, compacta ó menudamente escamosa, que se encuentra á veces bajo formas tomadas, ya del cuarzo, ya del carbonato de cal, y envueltas en la esteatita compacta.

Esta sustancia no es mas que talco hidratado, que por consiguiente da agua en la calcinacion; encuéntrase en los

mismos lechos, pero es mas abundante. De Brianzon es de donde particularmente la estraen los franceses para formar el polvo untuoso que sirve para facilitar la entrada del calzado, ó para marcar los sastres el corte de las ropas.

§. 297. *Magnesita.*—Tambien es esta sustancia un talco hidratado, pero en el cual es mucho mayor la cantidad de agua: su polvo, en vez de untuoso, es árido al tacto; por lo demas la materia es mas ó menos térrea, y siempre muy desmenuzable, blanquizca ó pardusca las mas veces.

La magnesita se encuentra en las serpentinas, donde forma venas ó riñones, como en el Piamonte; pero existe tambien en los depósitos superiores de sedimento, y principalmente en los calcáreos fluviatiles, como en los alrededores de París, en Salinella cerca de Montpellier, y en las inmediaciones de Madrid: en todas partes se presenta mezclada con materias silíceas, especialmente con ópalo; hallándose casi enteramente formada de ella la masa térrea que envuelve los ópalos de Menilmontant, cerca de París.

Ciertas variedades homogéneas y compactas, procedentes del Asia menor, se emplean con el nombre de *espuma de mar,* para hacer pipas, que son muy estimadas en el Levante, y que se venden siempre muy caras.

Serpentinas y dialagas.

§. 298. *Serpentinas.*—Las serpentinas y las dialagas son unos silicatos de magnesia combinados con hidratos de la misma base; asi es que casi todas ellas son en parte atacables por los ácidos. Ciertas sustancias de este grupo son unos bi-silicatos, como se ve en el cuadro; las otras son talcos hidratíferos.

Las serpentinas son unas materias compactas, tiernas, pero tenaces, de fractura mas ó menos astillosa, y de un brillo grasiento, cuyo polvo, y aun á veces la masa misma, son por lo general suaves al tacto. Son casi infusibles al soplete, no fundiéndose de ellas mas que los bordes de las es-

camas muy delgadas, y esto con dificultad. Se endurecen cuando pierden el agua de combinacion.

Los colores de la serpentina, generalmente oscuros, varian desde el verde al negro y al moreno mas ó menos subido; á veces se encuentran reunidas en un mismo ejemplar todas las tintas en forma de manchas ó de venas, lo cual da á esta sustancia cierta semejanza con una piel de serpiente, de donde le ha venido el nombre con que se la conoce. Llámanse en general *serpentinas nobles* las variedades cuyos colores son mas vivos y marcados, y que tienen cierto grado de trasparencia.

Debe advertirse que bajo el nombre de serpentina se confunden á veces materias muy diferentes unas de otras: si estas sustancias son todas muy magnesianas, las proporciones relativas de sílice y de magnesia, ó de hidrato de magnesia, varian mucho; de aqui resultan las materias conocidas con los nombres de marmolita, pikrolita', picrosmina, pirallolita, etc., que se consideran ya separadas de la serpentina. Hay tambien variedades que contienen mas ó menos alumina, y que deben formar asimismo especies particulares.

Las serpentinas se encuentran en todas las posiciones geológicas. Hallánse frecuentemente en medio de los terrenos de cristalizacion, ya aisladas, ya mezcladas con calcáreos enclavados en ellas, y formando mármoles compuestos, §. 251. En otras partes, mas ó menos distantes de los depósitos ordinarios de cristalizacion, se las encuentra unidas con calcáreos de diversas edades, y aun á veces bastante modernos al parecer; forman colinas mas ó menos elevadas, alineadas frecuentemente en una misma direccion, y en cuyas cercanías suele encontrarse gipso, §. 204.

Estas materias abundan en la superficie de la tierra; las hay en Bretaña, en Limousin, en los Pirineos, en muchos parages de los Alpes y especialmente en la parte que mira á la Italia; pudiendo decirse que se halla formada de ellas toda la costa de Génova. En Sajonia, y principalmente en las inmediaciones de Zœblitz, hay grandes depósitos de es-

tas materias; encontrándose tambien en gran cantidad en Inglaterra, en Escocia, en la América septentrional, y aun en Africa, Asia, etc.

En los parages donde abundan las serpentinas, se las emplea para diferentes usos. Tenemos por una parte los mármoles serpentinosos y dialágicos, §. 251; y por otra las serpentinas puras, con las cuales se hacen mesas y columnas que producen un hermoso efecto cuando se emplean las variedades de colores mas vivos; haciéndose tambien con ellas otras obras menudas, como vasos de diversas especies, zócalos, etc., que forman un objeto de industria importante, especialmente en la provincia de Zœblitz. Hay una variedad de color pardo, muy tenaz, que se talla tambien mas fácilmente que las otras, especialmente recien sacado de la cantera, llamada *piedra ollera*, que se emplea desde tiempo inmemorial en la confeccion de un vidriado particular de muy buen uso: se la talla, se la tornea, y se hacen ollas, marmitas, cazos, etc., muy sólidos, aunque delgados y ligeros, que resisten muy bien al fuego, y no dan gusto alguno á los alimentos. En la Valtelina y en los Grisones, es donde principalmente se fabrican en gran número estos utensilios, cuyo depósito está en la ciudad de Coma, y de aquí se distribuyen á diferentes puntos de la Italia, y á la Suiza.

§. 299. *Dialagas.*—Las dialagas son unas materias muy semejantes á las serpentinas, pero susceptibles de esfoliacion, en cuya direccion son mas ó menos nacaradas; en las otras direcciones, la fractura es compacta, mas ó menos astillosa, deslustrada ó ceroidea. Son tambien muy desmenuzables, de polvo suave al tacto; la mayor parte mas fusibles al soplete que las serpentinas, principalmente en las variedades en que es mas abundante el protóxido de hierro que reemplaza á la magnesia. Hay aquí evidentemente, como en las serpentinas, muchas especies particulares que difieren entre sí por el órden del hidrato ó del silicato. Tambien hay materias análogas á las dialagas, pero que se diferencian de ellas en que son anhidras; tales son las *broncitas,* la *antofilita*,

y aun tal vez la *esmaragdita,* en la parte no aluminosa de su composicion que hasta ahora se ha indicado en ella.

Las dialagas no forman por sí solas depósitos en la superficie del globo, sino que pertenecen á los depósitos de serpentinas, en los cuales estan por lo general diseminadas, ó en nidos tan engastados, que las mas veces es imposible distinguirlos. Reunidas con la albita compacta ó con la labradorita, forman las rocas que hemos designado con el nombre de eufotidas, §. 275.

Género piroxeno.

§. 300. Se da el nombre de *piroxeno* á unas sustancias blancas, verdes ó negras, que cristalizan en prismas oblícuos, que se esfolian unas paralelamente á las caras de un prisma rectangular, y otras á las de un prisma romboidal de 92° 55': las bases del prisma, que la esfoliacion presenta tambien alguna vez, tienen sobre el eje una inclinacion de 106° á 106° 1/2. Estas sustancias rayan difícilmente el vidrio, y son todas rayadas por el cuarzo; son fusibles al soplete, resultando una especie de vidrio sin color ó con él, segun que se hallan privadas ó contienen óxido de hierro.

Se da el nombre de *dioxido* á unas variedades blancas ó de un verde poco subido, que no contienen mas que cal y magnesia, ó una corta cantidad de protóxido de hierro. La *hedenbergita*, de un verde oscuro, no contiene por el contrario, mas que protóxido de hierro con poco ó nada de magnesia.

Desígnanse con el nombre de *augita* unas variedades negras, casi siempre de polvo oscuro, cuya esfoliacion romboidal es mas visible, y que se encuentran particularmente en las lavas, y en los productos basálticos; su composicion generalmente está alterada, pero los caractéres cristalográficos son idénticos, sin mas que ser las formas generalmente mas simples.

Los piroxenos se presentan casi siempre cristalizados,

y sus cristales mas comunes son prismas terminados por vértices oblícuos, fig. 449, 450, 451 y frecuentemente cristales agrupados de estas especies, fig. 452: tales son en general los cristales negros de los volcanes. Los hay tambien en octaedros irregulares mas ó menos modificados, figura 453, 454, y tales son las variedades verdes del Tirol, que han recibido el nombre de *fasaita*. Preséntanse igualmente los piroxenos, y particularmente las variedades verdes, en pequeñas masas bacilares, laminosas, granugientas y compactas; pero en este estado se necesita estar muy acostumbrado para distinguirlos de otras muchas sustancias; y aun puede decirse que solo la analisis es realmente capaz de suministrar un carácter determinado y preciso.

Los piroxenos forman á veces venas y filones en las rocas de cristalizacion; en otros puntos se hallan diseminados en calcáreos, situados en medio de estos terrenos, en las dolomias, y en los grandes depósitos de hierro magnéticos La augita se encuentra particularmente en las lavas antiguas y modernas, en los basaltos, y rara vez en las rocas traquíticas. Los volcanes han lanzado á veces con profusion cristales aislados de esta sustancia, que se han encontrado en sus laderas. Los piroxenos negros, son partes constitutivas de la roca mas ó menos granitoidea, llamada *dolerita*, en la cual se hallan mezclados con la labradorita, §. 275; siendo ellos los que coloran de negro los basaltos y los melafiros.

Género *Amfibola*.

§. 301. Se da el nombre de amfibola á unas sustancias blancas, verdes ó negras, muy semejantes á los piroxenos, esfoliables tambien en prisma romboidal, en el cual tienen las caras una inclinacion de 124 á 127°. Su composicion presenta tambien los mismos elementos, pero reunidos en proporciones diferentes.

A las variedades blancas ó ligeramente verdosas que no contienen mas que cal y magnesia, se les da el nombre particular de *tremolita*; designándose con el de *actinota* las va-

riedades de un verde oscuro en que la magnesia se halla reemplazada en todo ó en parte por el protóxido de hierro; finalmente, se denominan *hornblenda* las variedades negras que, como la augita, se encuentran con particularidad en las lavas, los basaltos, y las rocas traquíticas, y cuya composicion está por lo general alterada.

La tremolita se encuentra en prismas romboidales, mas ó menos prolongados, pero cuyos vértices estan siempre borrados; la actinota se halla en prismas del mismo género, mas ó menos modificados, y de vértices diedros; y la hornblenda en cristales regulares y bien proporcionados, que se asemejan mucho á los del piroxeno augita, fig. 455, 456, y 457. Los grupos de que se tiene conocimiento no se parecen á los de los piroxenos; no tienen ángulos entrantes, y se presentan, fig. 458, como un resultado de la reunion de dos cristales, fig. 459, en sentido inverso.

Hállanse tambien las amfibolas en masas bacilares ó fibrosas, de fibras rectas, divergentes ó entrelazadas; en cuyo estado la actinota, particularmente, forma á veces masas considerables, depósitos ó capas; hállanse tambien en masas laminosas.

Las amfibolas pertenecen casi á todos los depósitos de cristalizacion, y la actinota, sobre todo, forma á veces en ellos capas subordinadas ó depósitos mas ó menos considerables, donde se encuentra al mismo tiempo mica, feldspato, granates, etc. El cuarzo se halla frecuentemente lleno de actínota diseminada, formando rocas particulares mas ó menos esquistóideas; hallándose tambien á veces llenos de esta misma sustancia los calcáreos enclavados en los terrenos cristalinos. Ya hemos visto que mezclada con la ortosa ó la albita, forma las sienitas y las dioritas, §. 275. Esta materia es mucho mas comun en los terrenos traquíticos, que los piroxenos.

Es de notar, que fundiendo actinota en un crisol, se obtiene, mediante un enfriamiento pausado, una materia que presenta las esfoliaciones de los piroxenos, circunstancia que parece revelar una grande analogía entre estas dos

sustancias, las cuales tal vez no se diferencien realmente mas que en la cristalizacion, á pesar de la diferencia en las proporciones que presentan las analisis. Hay cristales de amfibola que presentan la esfoliacion del piroxeno, lo cual recuerda el efecto que produce el calor en el sulfato de zinc, etc., §. 48.

§. 302. *Asbesto y amianto.*—Las materias fibrosas que se designan con los nombres de *asbesto y amianto* corresponden en gran parte á las sustancias magnésicas que acabamos de citar. Los depósitos de serpentina presentan muchas veces fisuras, que estan llenas de estas materias, ya dispuestas en fibras groseras, ya en fibras finas y flexibles como la seda: estas materias son unos silicatos magnésicos, la mayor parte hidratados ó hidratíferos, y algunos anhidros. La serpentina y las dialagas se trasforman algunas veces en estas especies de sustancias.

Los piroxenos ofrecen tambien transiciones á materias fibrosas flexibles, que parecen ser variedades de esta sustancia; pero las que principalmente suelen presentar estas especies de modificaciones, son las tremolitas, resultando de ello masas fibrosas, compuestas de fibras poco adheridas, que son unos verdaderos asbestos. Estos se diferencian mucho de los que provienen de las materias puramente magnésicas, porque sus fibras son siempre muy rígidas, frágiles y punzantes, de modo que quebrándolas con las manos, se clavan en ellas una multitud de puntas que no dejan de causar dolor. Sin embargo, parece que estos asbestos rígidos no pertenecen todos á la tremolita, y que solo contienen sus elementos reunidos en distintas proporciones. Recuérdese tambien, que hemos visto algunos asbestos procedentes de la epidota, §. 281.

Silicatos diversos.

§. 303. *Zircon.*—Sustancia vítrea, casi siempre trasparente, frecuentemente roja, amarillenta á veces, azulada y aun incolora, de un brillo particular parecido al del dia-

mante; siempre cristalizada, y presentando prismas de bases cuadradas, ordinariamente piramidales, y modificados de diversas maneras, muy rara vez en octaedros, en cuyo caso son estos muy deprimidos.

Es bastante duro para rayar el cuarzo, pero le raya el topacio; infusible al soplete, pero pierde sus colores por la accion del fuego.

El zircon no se encuentra mas que diseminado; existe en las sienitas y en los gneiss que dependen de ellas, en los basaltos y las tobas basálticas, y rara vez en las traquitas. Hállasele, y á veces en gran cantidad, en las arenas de los arroyos que atraviesan estos diversos terrenos; y asi es que se le observa cerca del Puy-en-Velay, en Riou-Pezouliou, y en Ceilan, que es donde primero se le echó de ver.

Empléase á veces esta sustancia en la joyería; pero si se esceptúan algunas piedras muy escogidas, produce por lo general muy poco efecto. Del zircon es de donde se estrae la zircona de que se hace uso en los laboratorios.

§. 304. *Gadolinita.*—Sustancia negra, vítrea, que raya fácilmente el vidrio, fusible al soplete, en una especie de vidrio opaco, con indicios de cristalizar en prismas oblícuos romboidales, que por lo menos son muy raros.

No se halla en la naturaleza sino en muy corta cantidad, diseminada en las pegmatitas, y hasta ahora solo se la ha observado en Suecia, en las cercanías de Fahlun y en Itterby. De esta sustancia se estrae la *itria*, de la cual contiene de 45 á 55 por 100, segun que se halla mas ó menos mezclada con materias estrañas.

§. 305. *Cererita.*—Sustancia rosácea ó violácea, que tira á moreno ó á gris, muy pesada, que raya difícilmente el vidrio, da agua por la calcinacion y es infusible al soplete.

De esta materia es de la que principalmente se estrae el óxido de cerio, del cual contiene 68 por 100. Hállasela con la *cerina*, que no contiene mas qne 28, en las minas del cobre de Saint-Gorans en Riddarhitta en Suecia. Las otras materias cericeras son todavía menos ricas.

§. 306. *Torita.*—Sustancia negra, vítrea, que raya el

vidrio y da agua por la calcinacion, adquiriendo entonces un color amarillo. Forma nidos en las sienitas de la isla de Loewen, en Noruega, y es tambien la única materia donde se haya encontrado el óxido de torinio, que se asemeja á la zircona y á la alumina.

§. 307. *Calamina.*—Materia blanquecina ó amarillenta, que solo raya la fluorina; da agua por la calcinacion, pero es infusible al soplete; soluble en los ácidos, cuya disolucion, que es una especie de gelatina, da indicios del zinc, §. 124, 4.º Cristaliza en el sistema prismático rectangular, y las mas veces en tablitas rectangulares, terminadas en viseles muy variables. Encuéntrasela tambien en pequeñas masas estalactíticas y mamelonares, y en masas fibrosas, que suelen parecerse á los zeolitos, §. 283, ó bien en masa laminosa compacta, frecuentemente cavernosa, ó por último en masa térrea.

Es bastante frecuente encontrar esta sustancia como materia accidental en los criaderos metálicos, y principalmente con las menas de plomo y de cobre; pero forma tambien por sí sola grandes montones en los terrenos de sedimento desde la formacion carbonífera hasta el lias. En este estado se la esplota con ventaja para la preparacion del zinc y del laton, y presenta una mena fácil de tratar, que contiene hasta 68 por 100 de óxido de zinc. Hay grandes depósitos de ella en la Alta Silesia, en Bélgica, principalmente cerca de Aix-la-Chapelle, donde se encuentran las minas de la Vieille-Montagne y en el pais de Juliers. En Francia se la encuentra en Montalet, cerca de Uzés, y en Combecave, cerca de Figeac, y tal vez pudiera sacarse partido de ella. Sin embargo, todavía es la Bélgica la que suministra á este pais todo el zinc metálico de que necesita.

FIN DE LA MINERALOGIA.

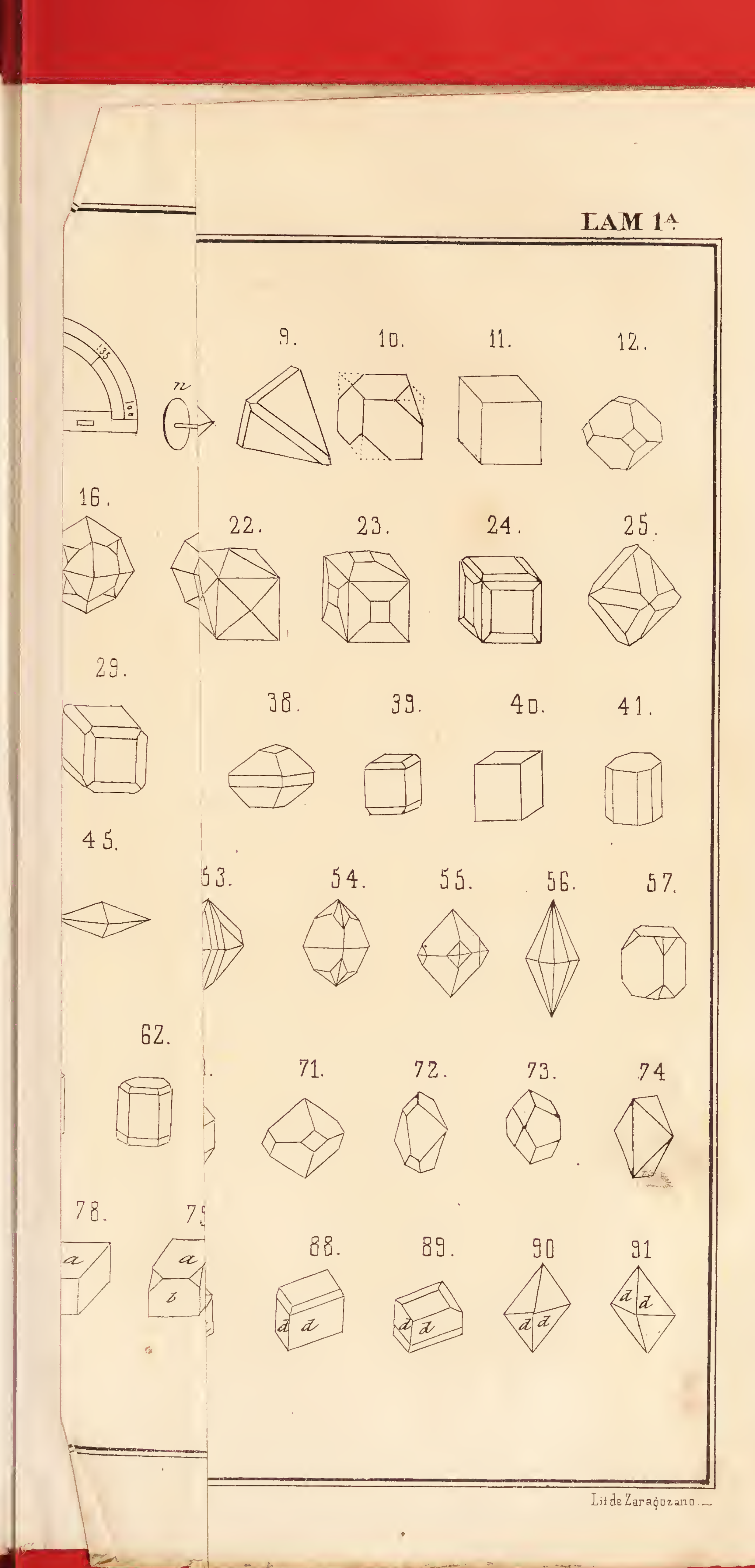
ÍNDICE

DE LAS MATERIAS CONTENIDAS EN ESTE TOMO.

PÁG.

FIN DEL INDICE.

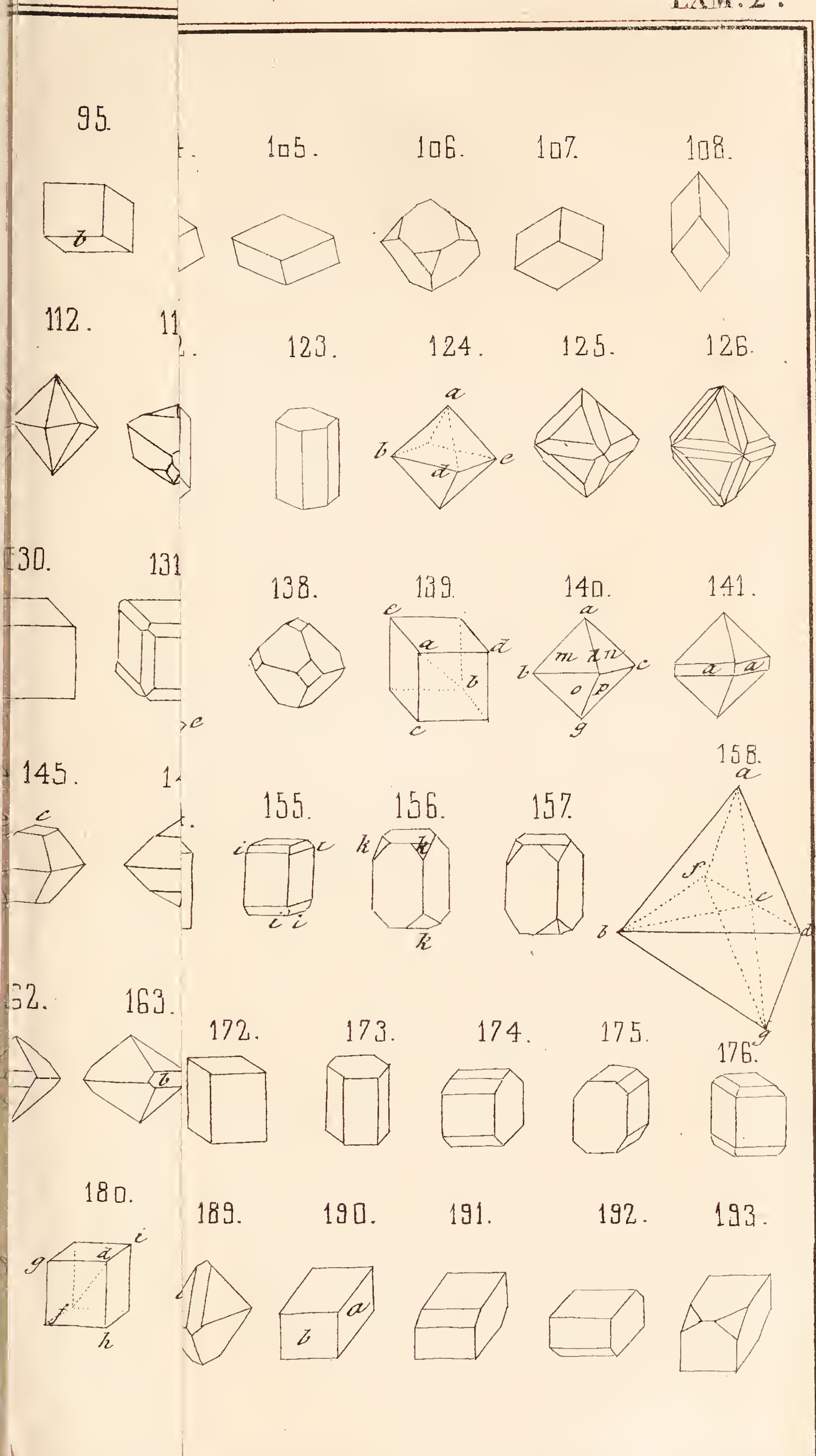
LAM 1ª



Lit de Zaragozano



LÁM. 2.ª



Lit. de Zaragozano Madrid

LAM.ª 3.ª

197. 198. 208. 209. 210. 211.

16. 228. 229. 230. 231.

236. 246. 247. 248. 249.

263. 264. 265.

279. 280. 281. 282.

297. 298. 299. 300.

Lit de Zaragozano.



LAM.ª 4.ª

313. 314. 315. 316. 317.

320 325. 326. 327. 328.

336. 337. 338. 339.

349. 350.

358. 359. 360. 361.

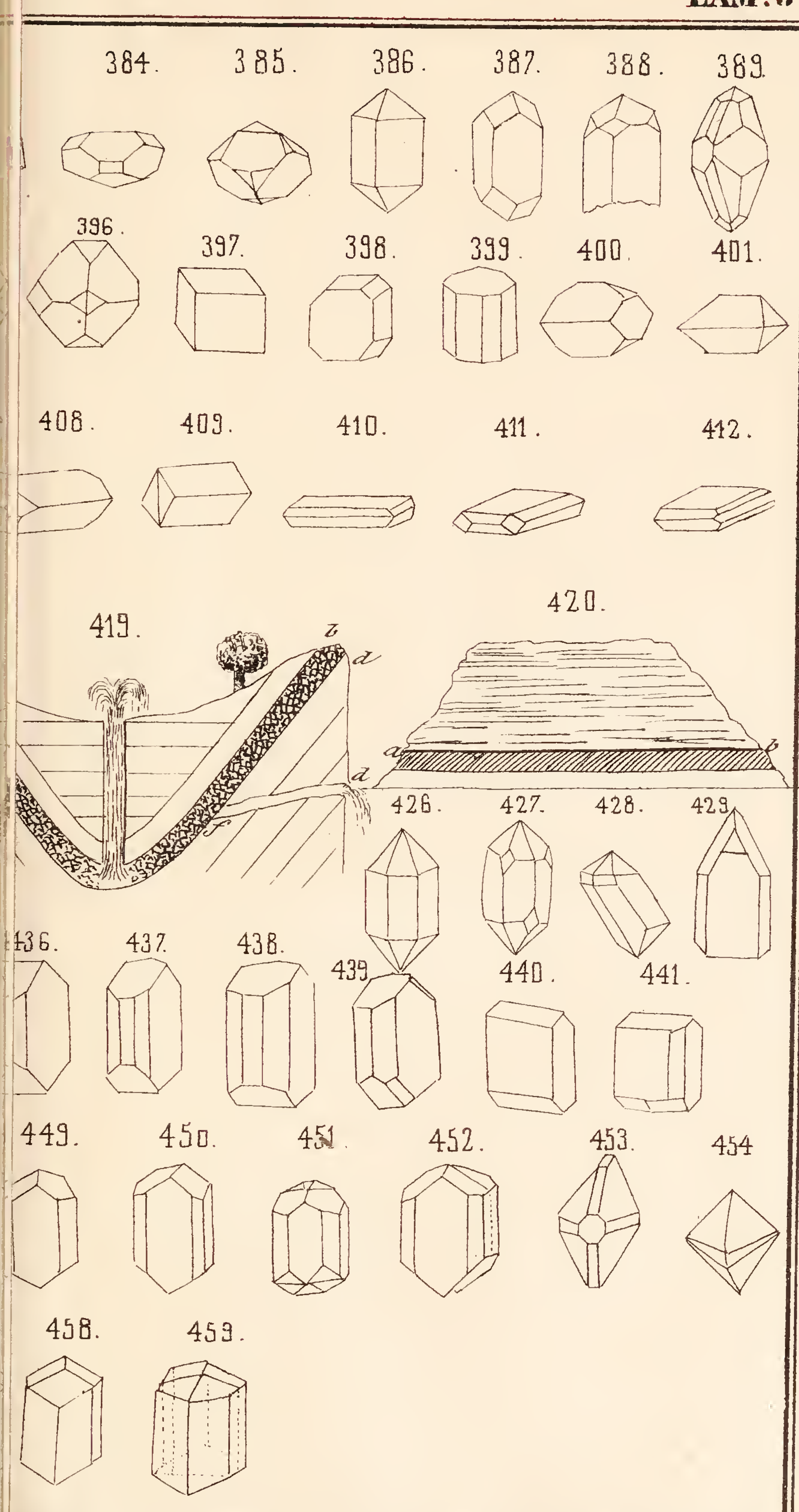
363 364.

374. 375. 376.

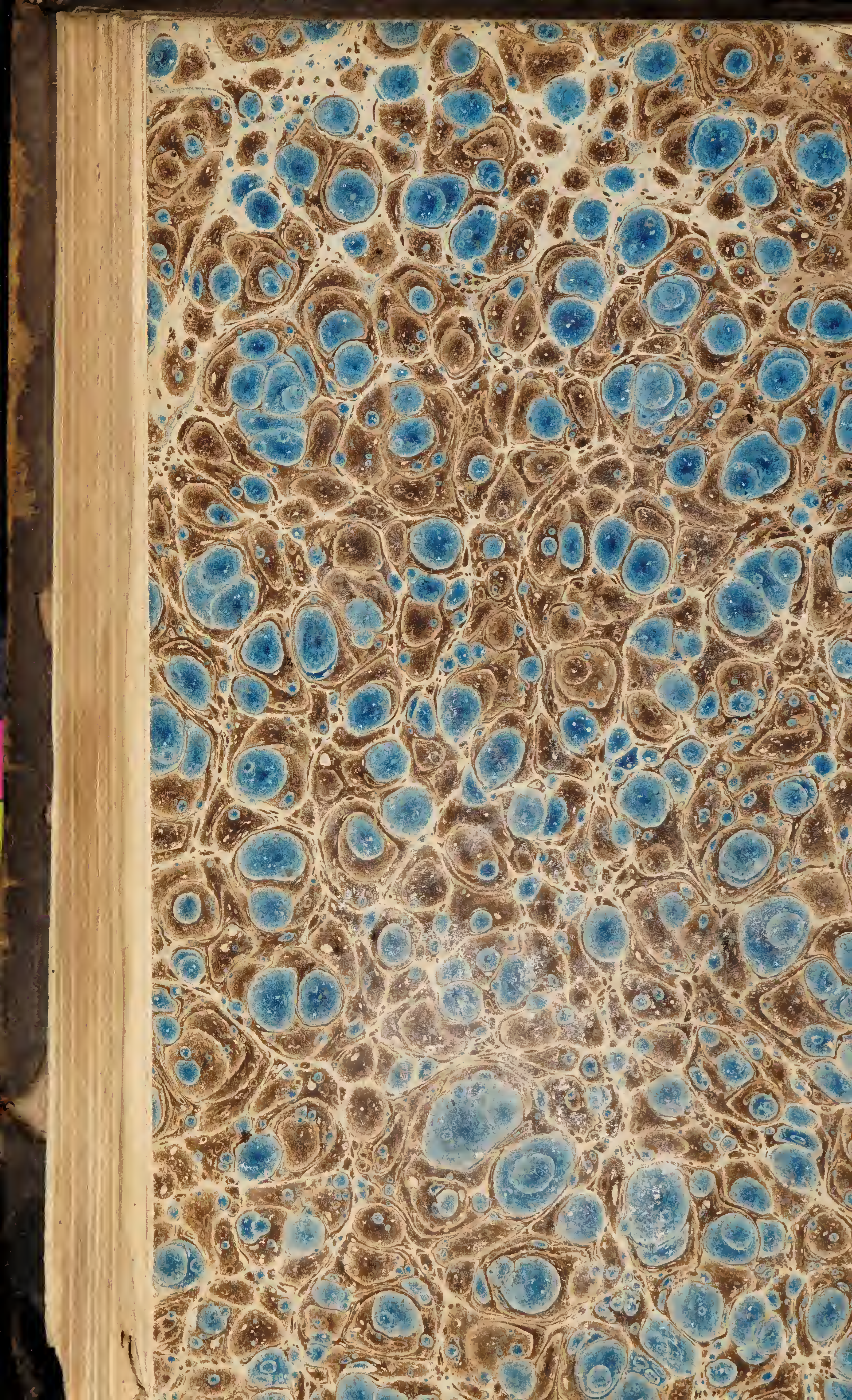
Lit. de Zaragozano.

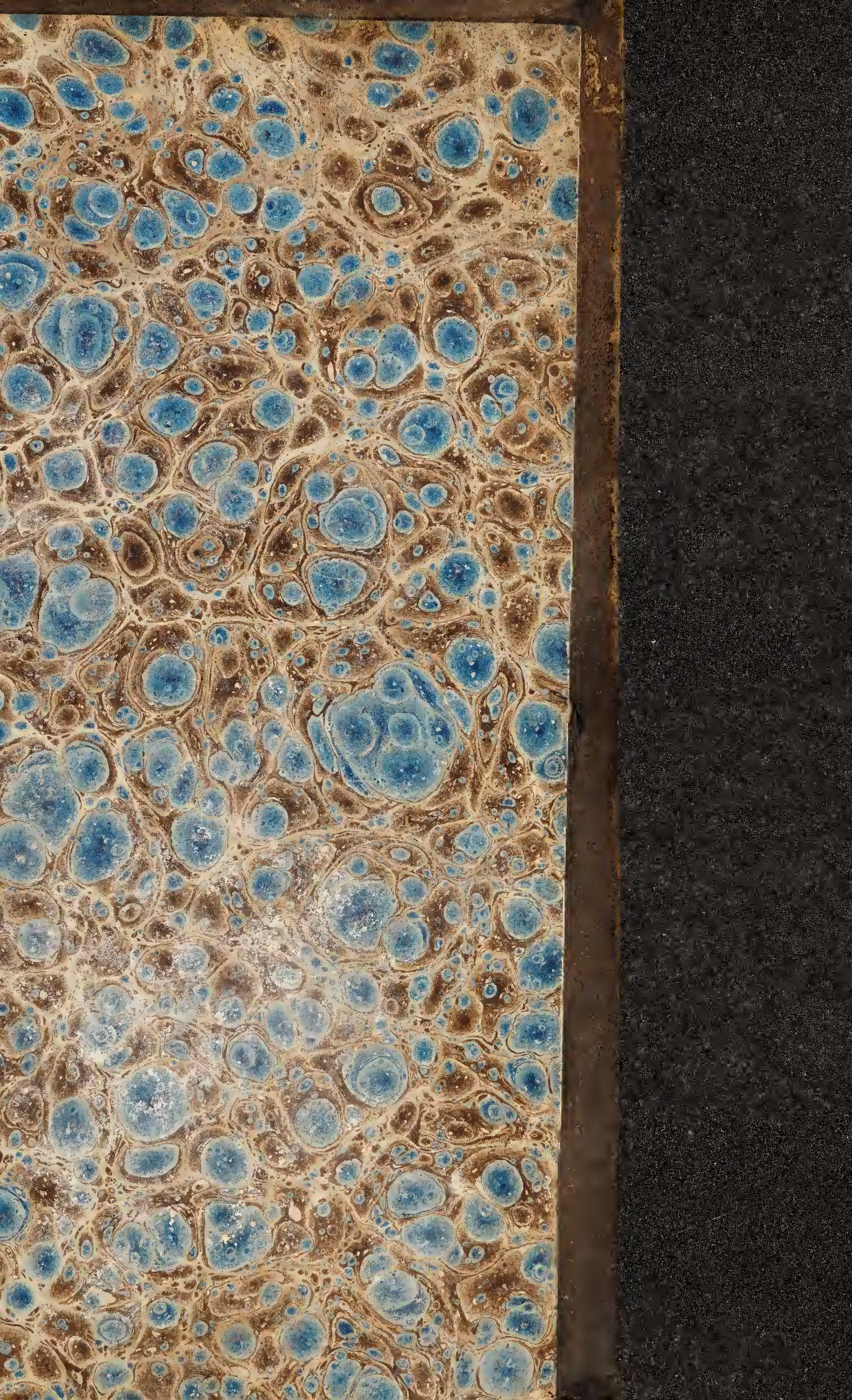


LAM. 5.ª



Litog. de Zaragozano.






24ColorCard CameraTrax.com